



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en
viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto
Amazonas– región Loreto**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. Edgar Eli Grández Torres

ASESOR:

Ing. Mg. Peggy Grández Rodríguez

Tarapoto - Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto Amazonas – región Loreto

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. Edgar Eli Grández Torres

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 18 de mayo del 2017

.....
Ing. Mg. Ramiro VÁSQUEZ VÁSQUEZ

Presidente

Autorizado: R.Nº 252-2018-UNSM/FICA-D-NLU

.....
Ing. Carlos Segundo HUAMÁN TORREJÓN

Secretario

.....
Ing. Néstor Raúl SANDOVAL SALAZAR

Miembro

.....
Ing. Mg. Peggy GRÁNDEZ RODRÍGUEZ

Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Yo, EDGAR ELI GRÁÑDEZ TORRES, egresado(a) de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 70337643, Domiciliado en: AV. AMERICAS #701-YURIMAGUAS, con la tesis titulada: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES PARA EL USO DOMÉSTICO EN VIVIENDAS DEL BARRIO LA FLORIDA DEL DISTRITO DE YURIMAGUAS - Provincia de ALTO AMAZONAS - región Loreto

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 18 de MAYO del 2017.

Edgar Eli Grández Torres



DNI N° 70337643

DECLARACIÓN JURADA

Yo, EDGAR ELI GRÁNDEZ TORRES
identificado (a) con DNI N° 70337643, domicilio legal
AV. AMERICAS # 301 YURIHAGUAR, a efecto de cumplir con las disposiciones
vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil
y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **DECLARO BAJO
JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o
Informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento
u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a
lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 18 de MAYO del 2017.


Firma


Huella Digital

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	GRÁNDEZ TORRES EDGAR ELI		
Código de alumno :	113115	Teléfono:	959860848
Correo electrónico :	edgar_0007@hotmail.com	DNI:	70337643

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERÍA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Titulo:	DISÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES PARA EL USO DOMESTICO EN VIVIENDAS DEL BARRIO LA FLORIDA DEL DISTRITO DE YURIMAGUAS - PROVINCIA JALTO AMAZONAS - REGION LORETO
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.


7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

12 / 06 / 2018



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

*** Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a:

A mis amados padres: Edgar y Jobita, quienes con su amor, ejemplo, esfuerzo, confianza y consejos iluminaron el camino para mi desarrollo personal y profesional.

A mi hermana Nathalya por su colaboración durante este gran anhelo profesional.

A mi amado Perú, quien a través de sus instituciones educativas facilitó mi formación Profesional y a todos mis profesores, en especial a todos aquellos que formaron en mí el amor al estudio, la responsabilidad, el respeto, la entrega en mi formación académica y el amor a mi país.

Edgar Eli

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme la vida y guiarme siempre, por ser mi escudo y fortaleza en los momentos de debilidad y angustia, y darme siempre la fuerza de seguir cada día adelante en cada paso de mi vida.

Asimismo, a las personas que hicieron posible esta investigación con sus valiosas contribuciones. Ya fuera al compartir sus conocimientos en las clases, sus recomendaciones, con su arduo trabajo, con su tiempo, su paciencia: así fueron abriendo la brecha en el camino para que lo transitara contando con su aportación.

Gracias por haber compartido y puesto a mi disposición sus conocimientos.

A mi Asesora la **Ing. Peggy Grández Rodríguez**, quien me ayudó a decidir el tema a desarrollar en la investigación, el primer paso siempre es muy importante, de ella aprendí que para ser bueno necesitas pensar en grande, y quien en todo momento estuvo apoyando el avance de este trabajo.

Edgar Eli

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------------------------	----------

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	2
---------------------------------------	----------

2.1	Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema.....	2
2.1.1	Antecedentes del Problema.....	2
2.1.2	Planteamiento del Problema.....	3
2.1.3	Delimitación del Problema.....	4
2.1.4	Formulación del Problema.....	6
2.2	Objetivos.....	6
2.2.1	Objetivo General.....	6
2.2.2	Objetivos Específicos.....	6
2.3	Justificación del problema.....	7
2.3.1	Justificación teórica.....	8
2.3.2	Justificación practica.....	8
2.3.3	Justificación social.....	8
2.4	Delimitación de la investigación.....	8
2.5	Marco Teórico.....	8
2.5.1	Antecedentes de la Investigación.....	8
2.5.2	Marco teórico o fundamentación teórica de la investigación.....	10
2.5.2.1	El agua.....	10
2.5.2.2	El ciclo de hidrológico.....	10
2.5.2.3	Su distribución, volumen existente y utilizable.....	11
2.5.2.4	Los usos de agua.....	13
2.5.2.5	El agua potable.....	13
2.5.2.6	El agua de lluvia como alternativa para optimizar el uso del agua potable.....	15
2.5.2.7	Sistemas para aprovechamiento de agua de lluvia.....	16
2.5.2.7.1	Área de captación.....	16

2.5.2.7.2	Sistema de conducción.....	18
2.5.2.7.3	Dispositivos para primeras aguas.....	20
2.5.2.7.4	Infraestructura de almacenamiento.....	21
2.5.2.7.5	Red de distribución de aguas pluviales y sistema de bombeo.....	25
2.5.2.8	Información básica en el diseño de un sistema de cosecha de agua de lluvia...27	
2.5.2.8.1	Bases del diseño.....	27
2.5.2.9	Criterios para establecer la precipitación y demanda de diseño.....	27
2.5.3	Marco conceptual: Definición de términos básicos.....	28
2.5.4	Marco teórico.....	30
2.6	Hipótesis.....	35
CAPÍTULO III MATERIALES Y METODOS.....		36
3.1	Materiales.....	36
3.1.1	Recursos humanos.....	36
3.2	Metodología de la Investigación.....	36
3.2.1	Universo, muestra y población.....	36
3.2.1.1	Universo.....	36
3.2.1.2	Muestra.....	37
3.2.1.3	Población.....	37
3.2.2	Sistema de variables.....	37
3.2.3	Diseño del método cobertura del estudio.....	37
3.2.4	Diseño experimental de la investigación.....	38
3.2.5	Procesamiento de la información.....	38
3.2.5.1	Localización.....	38
3.2.5.2	Características de la zona de estudio.....	40
3.2.5.2.1	Datos generales.....	40
3.2.5.2.2	Transporte.....	40
3.2.5.2.3	Características del área de influencia.....	41
3.2.5.3	Barrio La Florida – Yurimaguas.....	43
3.2.5.4	Ingeniera básica.....	46
3.2.5.4.1	Precipitación.....	46
3.2.5.4.2	Precipitación media anual.....	47
3.2.5.4.3	Precipitación media mensual.....	47
3.2.5.4.4	Intensidad de la precipitación.....	48

3.2.5.5	Parámetro de diseño.....	49
3.2.5.5.1.	Demanda de agua.....	49
3.2.5.5.1.1	Beneficiarios del sistema.....	49
3.2.5.5.1.2	Dotación diaria.....	49
3.2.5.5.1.3	Demanda diaria.....	50
3.2.5.5.1.4	Demanda mensual de agua.....	50
3.2.5.5.2	Oferta de agua de lluvia.....	51
3.2.5.5.2.1	Información pluviométrica mensual.....	51
3.2.5.5.2.2	Calculo de la precipitación pluvial neta.....	52
3.2.5.5.2.3	Información pluviométrica diaria.....	52
3.2.5.5.2.4	Área de captación.....	54
3.2.5.5.3	Calculo de oferta de agua de lluvia.....	54
3.2.5.5.4	Balance.....	55
3.5.5.6	Ingeniería del proyecto.....	56
3.5.5.6.1	Planteamiento general.....	56
3.2.5.6.2	Captación.....	58
3.2.5.6.3	Área de captación.....	58
3.2.5.6.3.1	Volumen de almacenamiento.....	60
3.2.5.6.3.2	Simulación diaria del sistema.....	61
3.5.2.6.4.	Sistema de Recolección y Conducción.....	64
3.5.2.6.4.1.	Red de Recolección y Conducción.....	64
3.5.2.6.4.2.	Interceptor de Primeras Aguas.....	65
3.5.2.6.5.	Sistema de Distribución.....	67
3.5.2.6.5.1.	Tanque Elevado.....	67
3.5.2.6.5.2.	Red de Distribución.....	67
3.5.2.6.6.	Costos y Presupuesto.....	68
3.5.2.6.6.1.	Área de captación.....	68
3.5.2.6.6.2.	Sistema de Conducción y Primeras Aguas.....	68
3.5.2.6.6.3.	Sistema de Distribución y Almacenamiento.....	70
3.5.2.6.6.4.	Presupuesto General del Sistema.....	71
3.5.2.6.7.	Valor Actual Neto (VAN).....	71

CAPÍTULO IV RESULTADOS	74
4.1 Precipitación promedio	74
4.2 Volumen de almacenamiento de agua de lluvia	75
4.3 Potencial de ahorro de agua potable	76
4.4 Análisis del ahorro de agua potable en el barrio la florida	77
4.5 Presupuesto	77
CAPÍTULO V ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
5.1 Analisis e interpretación de los resultados	78
5.2 Discusión de los resultados	78
5.3 Potencial de ahorro de agua potable	79
5.4 Contrastación de hipótesis	80
CAPÍTULO IV RESULTADOS	81
6.1 Conclusiones	81
6.2 Recomendaciones	82
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	83
ANEXOS	85
8.1 Anexo 1: encuesta realizada en el barrio La Florida	86
8.2 Anexo 2: información pluviométrica según SENAMHI	87
8.3 Anexo 3: simulación diaria de tanques para almacenamiento	88
8.4 Anexo 4: cálculo hidráulico	89
8.5 Anexo 5: presupuesto y análisis unitario en S10	90
8.6 Anexo 6: parámetros de evaluación (Anexo SNIP)	91
8.7 Anexo 7: cálculo de valor actual neto (VAN)	92
8.8 Anexo 9: panel fotográfico- realización de encuesta en el b. La Florida	93
8.9 Anexo 8: Planos de manzaneo y arquitectura de vivienda prototipo	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Dotación de Agua Diaria por Persona.....	14
Tabla 2 : Valores de Referencia para Coeficientes de esorrentía (C), en Diferentes tipos de superficie y coberturas.....	18
Tabla 3 : Material Recomendado en Depósitos Para Almacenar Agua, Según su Capacidad.....	24
Tabla 4 : Disponibilidad de Agua, Según Región Hidrográfica.....	31
Tabla 5 : Distribución Hídrica y Poblacional, por Región Hidrográfica.....	32
Tabla 6 : Evolución de la población Urbana y Rural.....	33
Tabla 7 : Usos del Agua en el Perú	34
Tabla 8 : Sistema de Variables.....	37
Tabla 9 : Áreas y Porcentajes del Ámbito de Estudio	41
Tabla 10: Usos de Suelo Existentes en Yurimaguas	42
Tabla 11: Viviendas de Acuerdo al Manzaneo del Barrio la Florida	44
Tabla 12: Valores de Consumo y Costo de Agua Potable, en el Prototipo de Vivienda en el Barrio La Florida.....	46
Tabla 13: Precipitación Pluvial Mensual y Anual, en la Ciudad de Yurimaguas Período 2006 – 2015.....	46
Tabla 14: Precipitación Media Mensual, en la Ciudad de Yurimaguas Período 2006-2015.....	47
Tabla 15 : Clasificación de la Intensidad de la Precipitación.....	48
Tabla 16.: Dotación Diaria, por persona	50
Tabla 17: Demanda Diaria de Agua.....	50
Tabla 18: Demanda Mensual de Agua	50
Tabla 19: Valores de Precipitación Mensual en mm.....	51
Tabla 20: Valores de Precipitación Promedio Mensual en mm. Periodo 2006-2015.....	51
Tabla 21: Valores de Precipitación Promedio Neta Mensual en mm.....	52

Tabla 22: Promedio de la Precipitación Diaria de los Años 2012,2013, 2014,2015.....	53
Tabla 23: Áreas y Tipo de Cobertura de Viviendas del Barrio la Florida.....	54
Tabla 24: Valores de Agua Pluvial Disponible	55
Tabla 25: Volumen Mensual de Agua Pluvial Disponible y Requerida	
Área Captación 90.00 m2.....	59
Tabla 26: Volúmenes Acumulados, Oferta y Consumo Área Captación 90.00 m2.....	60
Tabla 27: Simulación Diaria del Sistema, con diferentes tanques.....	63
Tabla 28: Potencial de Ahorro de Agua Potable, en una vivienda	64
Tabla 29: Metrados Red de Recolección y Conducción.....	65
Tabla 30: Volumen Tanque de Primeras Aguas	65
Tabla 31: Caudales en aparatos sanitarios.....	68
Tabla 32: Presupuesto de Sistema de Recolección y Conducción.....	69
Tabla 33: Presupuesto de Sistema de Distribución	70
Tabla 34: Presupuesto De Acuerdo al tipo de Cobertura	71
Tabla 35: Precipitación Promedio Mensual en mm	74
Tabla 36: Potencial de Ahorro de Agua	76
Tabla 37: Potencial de Ahorro de Agua Potable en el Barrio la Florida	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Departamento de Loreto.....	5
Figura 2 : Distrito de Yurimaguas: B. La Florida.....	6
Figura 3 : El Ciclo del Agua	11
Figura 4 : Distribución del Agua de la Tierra	12
Figura 5 : Canaletas de Recolección.....	19
Figura 6 : Canaletas Horizontales.....	20
Figura 7 : Interceptor de las primeras aguas.....	21
Figura 8 : Evolución de la Población urbana y Rural.....	33
Figura 9 : Uso del Agua en el Perú.....	34
Figura 10 : Ubicación de la Región Loreto.....	38
Figura 11 : Ubicación de la Provincia de Alto Amazonas.....	39
Figura 12 : Imagen Satelital de Yurimaguas- Barrio La Florida.....	39
Figura 13 : Vivienda Prototipo: Vivienda Familiar existente en el Barrio La Florida.....	45
Figura 14 : Planta General Área de Captación.....	56
Figura 15 : Caso 1 (Techo de Dos Aguas).....	57
Figura 16 : Caso 2 (Techo de una Agua).....	57
Figura 17 : Caso 3 (Techo de Losa Aligerada).....	57
Figura 18 : Planta General Red de Distribución.....	66
Figura 19 : Interceptor de primeras aguas.....	74
Figura 20 : Precipitación Promedio Mensual.....	86

INDICE DE PLANOS

Plano manzaneo de lotes del barrio La Florida.....	P – 01
Planta arquitectura vivienda prototipo I.....	A – 01
Planta general área de captación.....	A – 02
Planta de red de distribución en vivienda.....	A – 03
Planta de red de distribución agua potable.....	A – 04
Detalle de interceptor de primeras aguas.....	A– 05
Planta arquitectura vivienda prototipo II.....	A – 01
Planta general área de captación.....	A – 02
Planta de red de distribución en vivienda.....	A – 03
Planta de red de distribución agua potable.....	A – 04
Detalle de interceptor de primeras aguas.....	A– 05
Planta arquitectura vivienda prototipo III.....	A – 01
Planta general área de captación.....	A – 02
Planta de red de distribución en vivienda.....	A – 03
Planta de red de distribución agua potable.....	A – 04
Detalle de interceptor de primeras aguas.....	A– 05

RESUMEN

El agua es un recurso natural vital para la existencia de la vida, su abastecimiento en los centros poblacionales cada vez tiene mayor demanda debido a cambios principalmente demográficos; en consecuencia, el aumento de la densidad de la vivienda y el actual modelo de gestión, provoca mayor requerimiento de equipamiento urbano e infraestructura donde se genera consumo de recursos hídricos excesivos.

La disponibilidad del consumo de agua está en riesgo debido a las afectaciones que han sufrido las principales fuentes de abastecimiento (pozos de agua, lagunas, cuencas), la extracción excesiva del agua de los pozos, desecación de lagos, contaminación de ríos, contaminación de mantos acuíferos principalmente.

El siguiente estudio es un aporte a los procesos de gestión del agua, que presenta la ingeniería conceptual de una propuesta de diseño de un sistema de captación de aguas pluviales para fines domésticos, como alternativa para el ahorro de agua potable, suministrando agua a los aparatos que no requieren que está sea potable, tal es el caso de limpieza de sanitarios (inodoros y urinarios). Para ello se desarrolla el caso de estudio en el Barrio La Florida – Yurimaguas.

Se enfoca en éste documento cuatro aspectos principales: (1) cálculo de los volúmenes disponibles de agua de lluvia en la zona estudiada, (2) evaluación del volumen de agua potable ahorrado con el aprovechamiento del agua de lluvia, (3) estimación del presupuesto para la construcción del sistema y la proyección del ahorro de generado al utilizar la solución propuesta y (4) elaboración del VAN (Valor Actual Neto) con la finalidad de poder evaluar sobre la conveniencia de llevar a cabo el proyecto.

Los resultados sugieren que la captación de aguas pluviales es una opción técnicamente viable, pero requiere de una inversión inicial que en el tiempo es recuperada, por lo que se puede representar una solución interesante para contribuir a la gestión y desarrollo sostenible; es preferible que el sistema se implemente durante el proceso constructivo de viviendas nuevas, pues de esa forma es más fácil y económico.

Palabras claves: diseño, sistema de captación, aguas pluviales, Yurimaguas [distrito], Alto Amazonas [Provincia], región Loreto.

ABSTRACT

Water is a vital natural resource for the existence of life, their supplies in population centers is increasingly greater demand mainly due to demographic changes; consequently, increased housing density and the current management model, causes increased requirement for urban and infrastructure equipment where excessive water consumption is generated.

The availability of water consumption is at risk due to the damages they have suffered major supply sources (wells, ponds, basins), excessive extraction of water from wells, drying lakes, pollution of rivers, pollution mainly aquifers.

The following study is a contribution to the processes of water management, which presents the conceptual engineering of a proposed design of a system of rainwater harvesting for domestic purposes, as an alternative to saving drinking water, supplying water to the apparatus that do not require is potable, as in the case of cleaning toilets (toilets and urinals). For this case study is developed in Barrio La Florida - Yurimaguas.

(1) calculation of the available volumes of rainwater in the study area, (2) assessment of the volume of potable water saved with the use of rainwater, (3) estimated budget: four main aspects focuses on this document for construction and projection system saving generated by using the proposed solution and (4) Elaboration of NPV (Net Present Value) in order to be able to evaluate the suitability of carrying out the project.

The results suggest that rainwater harvesting is a technically viable option, but requires an initial investment in time is retrieved, so you can be a good solution to contribute to the management and sustainable development; it is preferable that the system is implemented during the construction process of new housing, because that way is easier and cheaper.

Keywords: design, catchment system, rainwater, Yurimaguas [district], Alto Amazonas [Province], Loreto region.



INTRODUCCION

El agua es uno de los recursos más importante que existe en el planeta, ya que todos los seres vivos lo requieren para subsistir. Hoy en día la sociedad enfrenta graves y complejos problemas relacionados con el agua; pues la disponibilidad de los recursos hídricos en el planeta, en la cantidad y calidad requerida por el hombre es cada vez menor; fenómeno que se torna más crítico en el abastecimiento del agua potable, ya que la demanda aumenta debido al fuerte crecimiento demográfico, mientras que la oferta disminuye por el deterioro del medio ambiente, debido a la contaminación, deforestación, que ha mermado las reservas abastecedoras de muchas ciudades, como la Ciudad de Yurimaguas.

En la ciudad de Yurimaguas se dispone de una importante precipitación pluvial promedio anual de 2,477.10 lt/m², que puede ser aprovechada como parte de una solución sustentable e integral a la compleja crisis de la gestión de agua; utilizando agua de lluvia en actividades domésticas donde no se requieran agua potable.

Este trabajo, busca aplicar conceptos de ingeniería, en el diseño de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvias en viviendas, para usos no potables, como son las descargas de inodoros, urinarios, lavado de ropa, entre otros, como alternativa de ahorro de agua potable. Para ello se desarrolla el caso de estudio en el Barrio la Florida – Distrito de Yurimaguas – Provincia de Alto Amazonas – Región Loreto.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver

2.1.1 Antecedentes del problema

El agua es uno de los recursos más importante que existe en el planeta, ya que todos los seres vivos lo requieren para subsistir. Hoy en día la sociedad enfrenta graves y complejos problemas relacionados con el agua; pues la disponibilidad de los recursos hídricos en el planeta, en la cantidad y calidad requerida por el hombre es cada vez menor; fenómeno que se torna más crítico en el abastecimiento del agua potable, ya que la demanda aumenta debido al fuerte crecimiento demográfico, mientras que la oferta disminuye por el deterioro del medio ambiente, debido a la contaminación, deforestación, que ha mermado las reservas abastecedoras de muchas ciudades, como la Ciudad de Yurimaguas.

La Ciudad de Yurimaguas se ubica en una cuenca abierta, donde la precipitación media anual es de 2,477.10 lt/m² de superficie en promedio, lo que significa una enorme cantidad de agua que tiene una salida natural.

Por otro lado, el sistema de abastecimiento de agua potable de la Ciudad es a través de dos fuentes que son el río Paranapura y Huallaga; donde las captaciones consisten básicamente en sistemas de bombeo directo con electrobombas y mangueras de succión sobre la respectiva orilla de ambos ríos a 300 metros de la PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable) aproximadamente. Permiten captar un caudal que sumados brindan a la llegada a la PTAP unos 135 l/s.

La aducción de la fuente del Rio Paranapura, se realiza por dos tuberías de 6" a 8" de PVC hasta una longitud de 10 metros, y de PVC con diámetro de 12 pulgadas hasta la Planta N° 2 y el otro tubo de PVC con diámetro de 8" hasta la planta N° 1. La aducción de la fuente del Rio Huallaga, se realiza por tubería de PVC de 8", para luego empalmarse en la línea N° 01 de 8" de PVC, luego se maniobra el bay pass instalado y desvía el agua al decantador N° 02, el almacenamiento cuenta con un tanque cisterna de capacidad de 500 m³ y un reservorio elevado de 800 m³ y la red de distribución cuenta con una malla definida a través de tubería que varía los diámetros entre 10 y 2 pulgadas y permiten la distribución de caudales y de presiones hacia toda el área de la cobertura central y periférica de la red, este servicio es administrada por la empresa SEDALORETO S.A.

Actualmente la planta de tratamiento de agua potable, es de tipo patentada, de 90 L/s y construida en concreto reforzado, con una vida útil de 20 años; de las cuales la primera planta (unidad de decantación de 23 lps) fue creada en 1963 con 52 años de antigüedad, y en una la segunda etapa de construcción la unidad de decantación N° 02 de 55 lps, en 1985 con 30 años, dichas planta es insuficiente la producción de agua para abastecer la población, es así considerando la población total actual que es de 72170 habitantes, se puede deducir que este sistema además de ser insustentable, no está cumpliendo con la demanda actual ya que en muchas zonas el servicio es restringido por horas, tal es el caso del Barrio la Florida, en donde se aprecia el gran problema de agua en viviendas.

La insustentabilidad del sistema actual está haciendo que la situación tarde o temprano colapse. El agua del río Parapapura y del río Huallaga, además de que están expuestas a la contaminación debido a que el sistema de aguas servidas son descargadas en ellos, se requiere una mayor inversión para incrementar la infraestructura para captación, tratamiento, almacenamiento.

La captación de aguas pluviales es parte de una solución sustentable e integral, para optimizar el uso de agua potable en las viviendas.

2.1.2 Planteamiento del Problema.

La disponibilidad de recursos hídricos, en el planeta, en la cantidad y calidad requerida por el hombre, es cada vez más aguda, esto se evidencia al observar que la disponibilidad per cápita, del recurso agua, es cada vez menor, tornándose crítica, en el abastecimiento del agua potable, , ya que la demanda aumenta debido al fuerte crecimiento demográfico, así como por la ampliación de la cobertura a sectores aún carentes de este servicio; y el volumen hídrico aprovechable, para dicho efecto, es cada vez menor por el deterioro del medio ambiente, traducido en la reducción de áreas de bosques, contaminación de las fuentes de agua, por eliminación de aguas servidas sin ningún tratamiento, basura y desperdicios, etc.; si la demanda de agua potable continúa con el actual ritmo de crecimiento aspecto previsible y lógico debido al natural incremento demográfico, la disponibilidad per cápita de este básico elemento en la vida del hombre será cada vez más crítica, lo cual conllevará a mayores racionamientos con el consiguiente descenso del nivel de vida.

El escenario descrito proyecta un futuro dramático, ante el cual, en nuestro país, aún no se adoptan acciones orgánicas que contrarresten la tendencia actual, por el contrario existen conductas del hombre que insensiblemente la aceleran, así tenemos que por una parte

contribuye a una parte mayor afectación del medio ambiente, lo que se traduce en deterioro de nuestras fuentes hídricas, y por consiguiente una menor disponibilidad de agua, y por otra parte no se gestiona la demanda del agua; lo que finalmente hace que el recurso sea más escaso y además se desperdicie, como resultado de lo cual, cada vez, deben buscarse fuentes hídricas más lejanas y/o efectuarse mayores tratamientos, lo que además encarece el servicio.

Adicionalmente a ello, con relación a las aguas pluviales, solamente existen criterios conducentes a su eliminación, cuando en zonas de apreciable precipitación, éstas aguas pueden y deben contribuir a satisfacer los requerimientos domésticos, en actividades que no requieren agua potable; lo que optimizaría el uso de esta última.

Dentro de este contexto, es necesario plantear un modelo de gestión y condiciones que hagan viable la implementación de una red de agua para usos domésticos, alimentada por la captación de aguas pluviales, en regiones de gran precipitación pluvial, con la finalidad de optimizar el uso del agua potable.

2.1.3 Delimitación del problema.

El área en la cual se ha desarrollado el presente proyecto de tesis, está ubicada políticamente en:

Barrio : La Florida

Distrito : Yurimaguas

Provincia : Alto Amazonas

Región : Loreto

El barrio La Florida está conformado por 263 viviendas cuyas características comunes son de material noble y de techo de dos aguas, así como existen algunas de techo de una sola agua y techos aligerados en algunos casos, en donde en promedio viven 5 personas por casa,

los accesos principales son la calle Aguirre, calle Coronel José Rivera, calle la Florida, calle Pucallpa, el acceso es mediante vía terrestre en motokars, carro, moto lineal.

La ubicación geográfica, es aproximadamente entre las latitudes:

Coordenadas:



Latitud Sur : 05° 53' 34''
 Longitud Oeste : 76° 06' 36''
 Altitud Media : 184.5 msnm

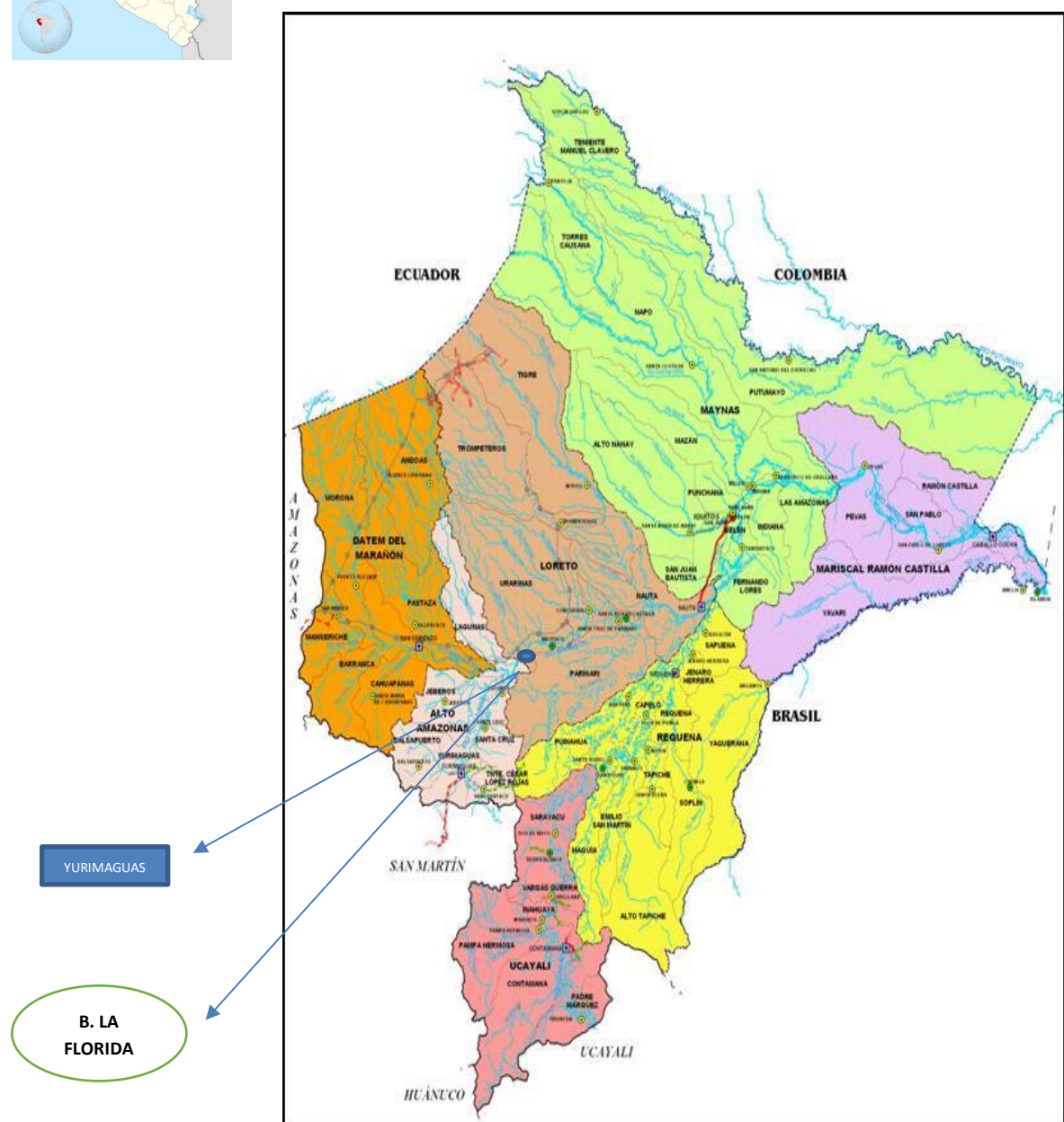


Figura 1: Departamento de Loreto



UBICACIÓN DEL PROYECTO:
BARRIO LA FLORIDA

Figura 2: Distrito de Yurimaguas: B. La Florida.

2.1.4 Formulación del problema.

Existiendo racionamiento de agua potable y sectores poblacionales no atendidos, por carencia de este elemento:

¿Es posible la captación de aguas pluviales con fines domésticos, para optimizar el uso de agua potable?

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivos General

Elaborar un diseño de un sistema de captación de aguas pluviales de bajo costo, fácil implementación y mantenimiento, como alternativa para el ahorro de agua potable en viviendas del Barrio la Florida – Yurimaguas.

2.2.2 Objetivos Específicos

Identificar la oferta hídrica mediante los registros Pluviométricos, en el distrito de Yurimaguas.

Identificar los factores que incrementan la demanda de agua potable.

Desarrollar un sistema de captaciones de aguas de pluviales como alternativa para usos no potables (inodoros, urinarios, riego de jardines, lavado de ropa y áreas comunes, entre otros).

Desarrollar un análisis cualitativo y cuantitativo para determinar la geometría y ubicación de la captación en las viviendas (techada ó libre).

Desarrollar sistemas de almacenamiento y distribución.

Desarrollar la relación costo-beneficio para la instalación de los sistemas de captación de aguas pluviales en las viviendas del barrio la Florida – distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, Región Loreto.

Realizar el plano de manzaneo de la zona de estudio.

2.3 Justificación del problema

La justificación del problema empieza con la importancia del recurso agua en la vida del hombre, pues actualmente en diversas ciudades se presentan racionamientos en el abastecimiento de agua potable y por otra parte existen importantes sectores de la población que no ha sido incorporado a la red de abastecimiento, es el caso de la ciudad de Yurimaguas – Región Loreto, en donde continuamente se realiza estos racionamientos. Siendo así el caso particular del barrio la Florida, en donde se aprecia el gran problema de falta de agua en viviendas, ya sea por no contar con este servicio, o por los constantes desabastecimientos que hace la empresa SEDALORETO S.A. con el fin de racionar este recurso.

Es por ello que surge el diseño de un sistema de aprovechamiento agua de lluvia ya sea para los quehaceres domésticos que no requieren de la calidad de agua potable, o para otros fines. Siendo esta propuesta aplicable en regiones donde la precipitación pluvial se presenta en forma regular, donde debe ser hasta cierto punto una obligación su utilización en forma organizada, pues resulta irracional que, por ejemplo, en nuestras viviendas continuemos utilizando agua potable cara y cada vez más escasa en servicios que no requieren agua de esta calidad, como son limpieza de servicios higiénicos, lavado de ropa, riego de jardines, etc.; siendo este volumen del orden del 40 al 50% del agua potable utilizada; cuando es factible la utilización de agua de lluvia para esta actividad. Esta alternativa permitirá optimizar el uso de agua potable, permitiendo que se dé una mayor cobertura del servicio con el mismo volumen de agua potable. La propuesta del aprovechamiento de agua de lluvia, para el ahorro de agua potable, constituye un medio importante para el desarrollo sostenible, permitiendo de esta manera alcanzar grandes logros de productividad, así como el desarrollo eficiente y racional del uso del agua potable, que permiten mejorar la calidad de vida de la población.

2.3.1 Justificación teórica

La búsqueda de información de proyectos similares ejecutados en cuanto al aprovechamiento del agua de lluvia para diversos fines, en especial para el uso en viviendas con fines domésticos, es el caso de las famosas ecoaldeas diseñadas con la finalidad de reservar el agua de lluvia para luego tratarlo y abastecer a poblaciones donde carecen del servicio de agua potable, también la revisión de bibliografías, linkografías acerca de temas relacionados con el proyecto con el fin de realizar un buen trabajo que permita la creación de libros guías que puedan ayudar a realizar investigaciones posteriores eficientes.

2.3.2 Justificación práctica

En el presente proyecto de tesis se diseñará un sistema de captación de aguas pluviales, con fines domésticos para optimizar el uso de agua potable en viviendas.

2.3.3 Justificación social

El proyecto de tesis establecido es la razón de la carencia y el desperdicio a la vez del agua potable, recurso que es tratado y vendido a los usuarios, por la cual buscamos optimizar este recurso mediante ideas de creación de sistemas de captación de agua pluviales para así utilizarlo con fines domésticos en las viviendas; dando así solución a muchos problemas.

2.4 Delimitación de la investigación

En este proyecto de investigación se presentan las siguientes limitaciones.

El estudio se realizará en viviendas ubicadas en el barrio la Florida- Yurimaguas.

La búsqueda de una gestión eficiente de ahorro de agua potable a través de la captación de aguas pluviales en viviendas.

2.5 Marco teórico

2.5.1 Antecedentes de la investigación

Medina Heriberto (2011), el agua es el recurso más importante que existe en el planeta, ya que todos los seres vivos, lo requieren para subsistir. Los seres humanos tenemos en promedio, un 70% de agua como parte del peso de nuestro cuerpo y este recurso es indispensable para todas las funciones vitales del organismo; su falta, inicialmente, origina

molestias y malestares, y si esta persiste puede ser causa de muerte. Siendo, el agua, vital para la sola existencia del hombre, es también fundamental para su sobrevivencia y bienestar, pues se lo requiere para beber, preparar sus alimentos, para su limpieza e higiene, para cultivar, etc. Además, el agua permite el desarrollo de la industria y de todo tipo de actividades para el bienestar del hombre; y su existencia, regula el equilibrio de los ecosistemas.

Allerd Stikker (2007), creador de la Ecological Management Foundation (Fundación de Gestión Ecológica), con sede en Amsterdam: "Sencillamente hablando, la cuestión hoy en día es que mientras la única fuente renovable de agua dulce reside en la lluvia (que genera un caudal mundial más o menos constante de 40 a 45.000 km cúbicos al año), la población mundial sigue incrementándose al ritmo de unos 85 millones de habitantes al año. Por lo tanto, el agua disponible per-cápita disminuye a pasos agigantados."

Lo más preocupante es que, el hombre, se dedica a desviar, contaminar y agotar esa fuente limitada de agua potable a una velocidad vertiginosa.

Proponiendo de esta manera la construcción de ecoaldeas que permitan cosechar el agua de lluvia, con el fin único de ser tratadas y brindar a las poblaciones donde exista la escasez de este recurso vital, así como su empleo en zonas donde abunde el agua dulce y sea conservado para evitar desastres en el futuro a causa de la falta de este recurso.

Cuadro Rojas, en un principio el consumo de agua por el hombre estaba prácticamente limitado a los usos esenciales para la supervivencia, utilizando el agua como bebida y para la preparación de sus alimentos; pero, con el desarrollo industrial ocasionaron un aumento considerable del aumento de agua. En el Distrito de Cacatachi consta de una captación con tubería PVC C-5 de diámetro de 3" y 2", en un reservorio de 250m³ de volumen (construido en el año 1998), el mismo que se demora en llenarse 12 horas, así mismo cuenta con un sistema de distribución en el ámbito urbano.

Vásquez Ríos, Rosario y García Grández, Gitler Eduardo, en su tesis: "Un buen diseño no consiste en hacer muchas lagunas en serie o lagunas muy grandes sino lograr la adecuada remoción de carga orgánica u patógenos con un balance hídrico positivo aún en la época crítica desde el punto de vista hídrico".

Grández Rodríguez Peggy, en su tesis: Llega a las siguientes conclusiones “El menor costo de operación y mantenimiento de un sistema de Abastecimiento se traduce en menores tarifas de consumo de agua”.

2.5.2 Marco teórico o fundamentación teórica de la investigación

El marco teórico del presente trabajo de investigación, está conformado por el concepto mismo de aguas pluviales, diseño de sistema de captación, almacenamiento y distribución, así como las diferentes teorías que definen los estudios básicos de ingeniería.

2.5.2.1 El agua

Medina Heriberto (2011), el agua es una sustancia natural que se encuentra en el medio ambiente, formada por hidrogeno y oxigeno (H_2O), existiendo en la naturaleza en tres estados: liquido, sólido y gaseoso. Actualmente existe cierto consenso en afirmar que el agua posee cinco características básicas: es un recurso natural **escaso**, limitado por sus sistemas de regeneración, **irremplazable** para la vida y el desarrollo, **irregular** en su distribución espacial y temporal, **vulnerable** y **susceptible** de usos alternativos y sucesivos.

2.5.2.2 El ciclo hidrológico

Medina Heriberto (2011), las aguas de nuestro planeta, constituyen un volumen que no se incrementa, es un volumen único, tienen un ciclo permanente, que empieza con la evaporación de las aguas de los océanos y lagos, la circulación del vapor de agua en la atmósfera, hasta formar nubes, continua con la condensación del vapor de éstas en forma de precipitaciones, la lluvia que al caer en las partes altas del planeta, se convierten en hielo y también en aguas superficiales de los ríos, lagos y grandes embalses, las que finalmente cierran el ciclo hidrológico, regresando nuevamente dichas aguas al mar. Una parte del agua superficial, se infiltra en el terreno, formando las aguas subterráneas.

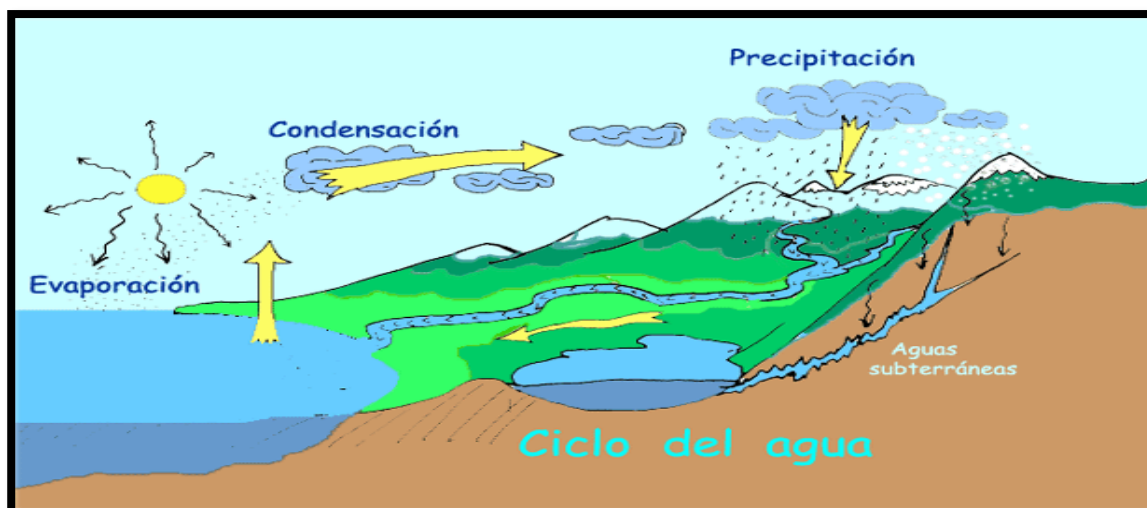


Figura 3: El ciclo del agua.

Fuente: El ciclo del agua. (Adecuado para esta explicación por Edgar Eli Grández Torres:

(<http://anabarco.files.wordpress.com/2007/01/ciclo-del-agua.jpg>).)

Medina Heriberto (2011), el ciclo hidrológico de la Tierra es el mecanismo global que transfiere agua desde los océanos a la superficie y desde la superficie, o sub superficie, y las plantas a la atmósfera que envuelve nuestro planeta; los principales componentes naturales de los procesos del ciclo hidrológico son: precipitación, infiltración, escorrentía, evaporación y transpiración.

Las actividades humanas (asentamientos, industria y desarrollos agrícolas) pueden alterar los componentes del ciclo natural mediante desviaciones del uso del suelo y a través de la utilización, reutilización y vertido de residuos en los recorridos naturales de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

2.5.2.3 Su Distribución, volumen existente y utilizable

PNUMA (2009), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente señalo que el recurso agua cubre el 75% de la superficie terrestre; siendo el 97,5% del agua salada, sólo el 2,5% es dulce; y dentro de este porcentaje, el 74% se encuentra en los casquetes de hielo y los glaciares; del resto la mayor parte se encuentra en las profundidades del planeta; sólo el 0,3% del agua dulce del mundo se encuentra en los ríos y lagos. Para uso humano se puede acceder, a menos del 1% del agua dulce superficial subterránea del planeta.

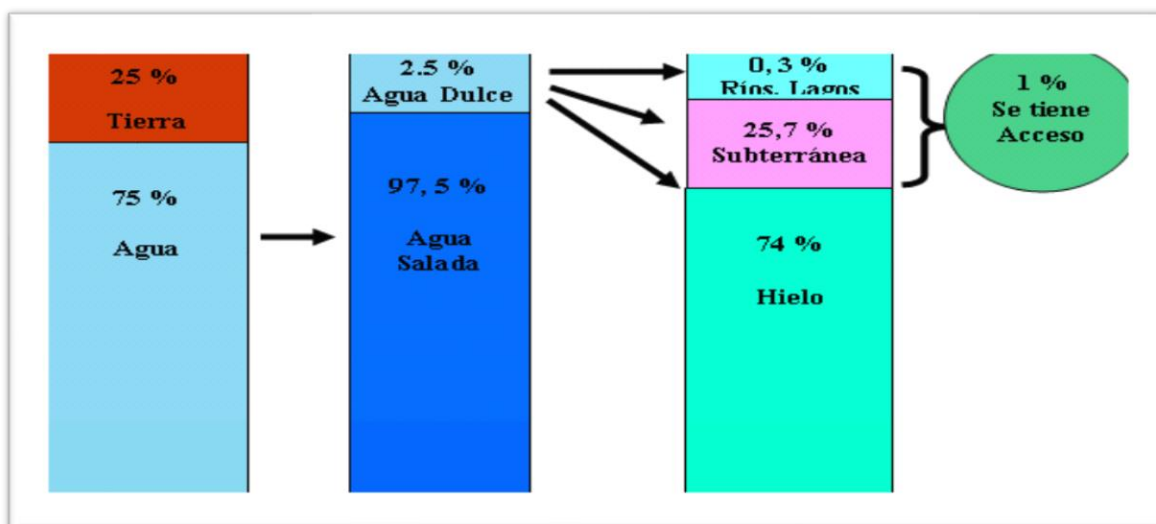


Figura 4: Distribución del Agua de la Tierra.

Fuente: PNUMA

El volumen total de agua en la Tierra se estima en alrededor de 1,400 millones de km³, por lo tanto, solamente 35 millones de km³ es agua dulce.

PNUMA (2009), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente las principales fuentes de agua para uso humano son los ríos, lagos y cuencas subterráneas poco profundas, las que se renuevan en función a la evaporación y la precipitación; se estima que cada año se evaporan alrededor de 505,000 y 72,000 km³ de océanos y tierras, respectivamente; de los cuales, 458,000 km³/año se precipitan en los océanos y 119,000 km³ en las tierras, lo que determina que solo 47,000 km³ (precipitación menos evaporación), constituyan agua corriente y recarga de acuíferos.

PNUMA (2009), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente a nivel mundial, el consumo del agua crece a un ritmo más de dos veces el crecimiento de la población humana, con las correspondientes exigencias sobre nuestros ecosistemas acuáticos; se prevé que el consumo de agua para usos industriales en el 2025 será el doble del habido en el 2000; hoy en día 31 países padecen escasez y más de mil millones de personas carecen de agua potable.

En el último siglo la población se ha triplicado, mientras que el consumo de agua se ha multiplicado por seis y el consumo para usos industriales se ha multiplicado por cuarenta.

2.5.2.4 Usos del agua

Avella Francisco (2001), existe el consumo (endosomático) que es necesario para sobrevivir, es decir, a aquella cantidad de agua que nos hace falta para realizar nuestras funciones vitales; el otro tipo de consumo (exosomático) en cambio, corresponde a los usos secundarios o prescindibles desde el punto de vista biológico, y que tiene que ver con factores culturales y sociales.

El consumo de agua está, de este modo, estrechamente relacionado con el nivel de desarrollo socioeconómico de cada país. Así, mientras en países como el Congo, con un consumo medio de agua por habitante de 30 litros por persona y día, en otros países como los Estados Unidos, el consumo puede llegar a los 4,620 litros por persona y día, teniendo en cuenta que disponen de una red avanzada de captación, tratamiento, almacenaje y distribución de agua potable, y de unos hábitos de consumo exosomáticos mucho más acentuados.

2.5.2.5 El agua potable

Fernández Iván (2009), en nuestro país los requisitos que debe cumplir el agua para ser catalogada como potable o agua para el consumo humano, están establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA, del 24 de septiembre del 2010, en el citado Reglamento se establecen los diferentes parámetros que debe cumplir el agua para poder ser catalogada como apta para el consumo humano.

En tal sentido para poder cumplir con las exigencias establecidas en el citado Reglamento, las aguas captadas que van a ser destinadas al uso poblacional, pasan por diversos procesos físicos y químicos, mediante los cuales se eliminan el material en suspensión, así también se eliminan las partículas de impurezas, mediante decantadores y filtros, para finalmente ser desinfectadas mediante cloración, con lo cual se destruyen los últimos microorganismos que aun pudiesen encontrarse en las aguas.

SUNNAS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento); siendo el agua indispensable para todas las funciones vitales del organismo, debe ser consumido por el hombre, para su existencia, pero además lo requiere para preparar sus alimentos, para su limpieza e higiene, lavado de ropa, etc.; en tal sentido diariamente requiere un volumen de agua, el mismo que varía, entre otros factores, por el clima predominante de cada lugar, sin embargo se puede señalar que en lo que respecta al agua distribuida, en zonas urbanas,

mediante tuberías, se estima una dotación de 151 litros por persona y por día, los cuales son distribuidos aproximadamente de la forma siguiente:

Tabla 1

Dotación de agua diaria por persona

Concepto	Cantidad (litros/día/persona)
Baño, ducha	35
Inodoro	35
Lavado ropa	45
Limpieza	10
Lavaplatos	07
Lavamanos	15
Cocinar, beber	04
TOTAL	151

Fuente: SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento)

Fernández Iván (2009); cómo se puede apreciar en el Tabla 1, existen actividades domésticas, tales como limpieza de inodoros, lavado de ropa, limpieza vivienda y riego, que no requieren de agua potable para llevarlas a cabo, sino que igualmente podrían realizarse con agua de lluvia, lo cual permitiría un ahorro de agua potable del orden del 52%; siendo esta una posibilidad real de optimizar el uso del agua potable en zonas de adecuada precipitación pluvial.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), a nivel nacional, hasta el año 2012, solamente el 82.3% de la población tiene acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua; y a nivel departamental, en el caso de Loreto este porcentaje se reduce al 43.4%; lo cual nos indica que existe una brecha importante por atender, además

del incremento natural por crecimiento poblacional; todo lo cual presiona por un mayor volumen de agua potable.

Pero paralelamente a esta mayor demanda de agua potable, existen factores que afectan la oferta de la misma, en este aspecto tenemos la cada vez mayor dificultad para acceder a fuentes de agua adecuadas en volumen y calidad, pues este cada año disminuyen su oferta, por efectos del cambio climático, debiendo buscarse fuentes cada vez más lejanas de los centros de consumo, lo que demanda presupuestos importantes. Esta problemática determina que en diversas ciudades tenga que implementarse turnos para el abastecimiento de agua; en el caso específico **de la ciudad de Yurimaguas**, se tienen sectores urbanos donde disponen solamente de 02 a 03 horas de agua potable al día.

2.5.2.6 El agua de lluvia como alternativa para optimizar el uso del agua potable

Gleason Arturo (2005), la cosecha de agua de lluvia es una técnica que se ha utilizado desde hace miles de años, práctica que luego fue dejada de lado, pero que por la escasez crítica de agua que padecen muchas de las grandes ciudades alrededor del mundo, actualmente está resurgiendo en diversas áreas urbanas.

Gleason Arturo (2005), Beneficios de la cosecha de agua de lluvia:

Aumenta la cantidad de agua potable disponible y reduce la dependencia por el uso de agua entubada.

Reduce los escurrimientos de agua pluvial hacia el sistema de drenaje.

La instalación de un SCALL, se realiza con materiales disponibles en el mercado y a costos accesibles.

Genera una cultura sobre la importancia del aprovechamiento de agua lluvia.

La cosecha de agua de lluvia constituye una alternativa cuando:

La dotación de agua potable es insuficiente.

El abasto a través de agua entubada resulta muy costoso.

Existen abundantes lluvias.

Se otorgan incentivos para cosechar agua de lluvia.

El agua de lluvia puede ser aprovechada en las siguientes actividades domésticas:

En inodoros.

En la limpieza de inmuebles: pisos, baños y cocinas.

Lavado de enseres domésticos y ropa.

Riego de jardines y huertos.

También, el agua de lluvia puede ser utilizada en la industria, los comercios y equipamientos urbanos, públicos y privados; pudiendo ampliarse el espectro de actividades propicias para el uso del agua de lluvia, mediante procesos específicos de filtración para garantizar la calidad del agua.

Como se puede apreciar, la cosecha y el aprovechamiento de agua de lluvia constituyen una alternativa; para ello, se requiere implementar instrumentos normativos y de gestión dirigidos a incentivar la práctica de la cosecha y aprovechamiento de agua de lluvia.

2.5.2.7 Sistemas para aprovechamiento de agua de lluvia.

FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas, un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, tiene finalidad **captar, conducir y almacenar del agua de lluvia**, para su posterior uso, para lo cual básicamente dispone como elementos básicos: el área de captación; el sistema de conducción; una infraestructura de almacenamiento y un sistema de distribución.

2.5.2.7.1 Área de captación

FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas, es la superficie de recolección del agua de lluvia, la cual debe ser lo menos permeable, tener una adecuada pendiente que facilite el escurrimiento de las aguas. Las áreas que generalmente se utilizan para este fin son los techos de las edificaciones; debiendo cuidarse que estas superficies no impregnen de colores, olores o sustancias nocivas a las aguas que por allí escurran.

Los materiales con que se construyen los techos son diversos, y, por lo tanto, estos tendrán un mayor grado de captación, mientras sean más lisos y menos porosos. Veamos las características de los materiales más comunes:

Barro y concreto

Son superficies porosas, tienen un 10% de pérdida, pudiendo mejorar su comportamiento mediante un sellador que lo impermeabilice.

Metal y fibra de vidrio

Estas planchas, son livianas, fáciles de instalar y requieren poco mantenimiento, las corrugadas son más adecuadas, el inconveniente es que el transcurso del tiempo las afecta, debiendo ser sustituidas.

Tejas compuestas o de asfalto

Las superficies compuestas no son apropiadas para sistemas de captación de agua destinados al consumo humano directo, pero pueden ser utilizadas para sistemas de recolección destinados al riego de jardines y limpieza de las casas o de inodoros. Estas superficies tienen aproximadamente un 10% de pérdida.

Dimensionamiento

FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas, el área de captación debe ser la suficiente para recolectar el volumen de agua requerida, de acuerdo a la precipitación pluvial; es importante señalar que solo se debe considerar la proyección horizontal del área de captación;

El área de captación viene dada por:

$$A = V / (P * C_e) \dots\dots\dots \text{ecuación (1)}$$

Donde

A: Área horizontal de la superficie de captación (m²)

P: Precipitación pluvial (mm)

V: Volumen de agua requerido (litros)

C_e: Coeficiente de escurrimiento.

FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas, el coeficiente de escurrimiento, representa la eficiencia en la captación y conducción de las aguas hasta llegar a la cisterna, eliminando pérdidas por evaporación, infiltración, etc.; este valor dependerá de factores como la temperatura promedio, vientos, tipo de superficie y de impermeabilizante; a continuación, se presenta una tabla de valores de C_e, según el tipo de techo.

Tabla 2

Valores de referencia para coeficientes de escorrentía (c), en diferentes tipos de superficie y coberturas.

Material de la superficie de captación	Coeficiente de Esgurrimiento (C)
Lámina Galvanizada lisa	> 0.9
Lámina metálica corrugada	0.7 a 0.9
Lámina de asbesto	0.8 a 0.9
Teja	0.6 a 0.9
Losa de concreto	0.7 a 0.85

Fuente: Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, FAO 2013

2.5.2.7.2 Sistema de conducción

FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas, está conformado por el conjunto de ductos, canaletas, tubos y accesorios que sirven para coleccionar las aguas recogidas en el área de captación y conducir las al tanque de almacenamiento; para lo cual se utilizan canales (media caña), casi horizontales, que son colocados en los bordes más bajos del techo, hacia donde las aguas captadas escurrirán por gravedad, para luego mediante tubos verticales (bajantes) dirigirlos hacia los lugares de almacenamiento de las aguas.

Los techos de las edificaciones, generalmente disponen ya un diseño específico de salidas y canales para desahogar el agua de lluvia, este debe ser aprovechado para los fines del sistema de captación, para lo cual se debe centralizar en algún punto el volumen del agua que recibe el área de captación.



Figura 5: canaletas de recolección

Fuente: (Adecuado para esta explicación por Edgar Eli Grández Torres:

(<http://anabarco.files.wordpress.com/2007/01/ciclo-del-agua.jpg>)

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de evitar las fugas de agua, los materiales más usados son el acero galvanizado y el PVC; el ancho de las mismas está en función al caudal de agua que deberán evacuar, generalmente oscilan entre 7.5 y 15 centímetros.

Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesitan, sin embargo, son más costosas; las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y son más económicas.

Para sistemas de agua potable, no deben usarse canaletas con soldaduras de plomo, pues este puede ser disuelto y contaminar el agua.

Dimensionamiento

CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), el cálculo de la sección de las canaletas y tubos debe ser proporcional a la cantidad de lluvia en el lugar y el área de la superficie de captación, pues el agua que conduzcan está en función a dichas variables.

Este cálculo de canaletas se realiza por medio de la fórmula de Manning (ver ecuación 2):

$$Q = A \cdot R^{2/3} S^{1/2} / n \dots\dots\dots \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

Q: Caudal de la canaleta en m/seg.

A: Área de la sección Transversal en m²

n: Coeficiente de rugosidad de la canaleta de .01 a .015

R: Radio hidráulico en m: A/p

P: perímetro mojado en m

S: Pendiente

Las canaletas deben colocarse con una pendiente mínima del 0.5 %; en el caso de que la canaleta esté expuesta a captar materiales indeseables, tales como hojas, etc.; el sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen las tuberías.



Figura 6: Canaletas Horizontales.

Fuente: Adecuado para esta explicación por Edgar Eli Grández Torres:

(<http://anabarco.files.wordpress.com/2007/01/ciclo-del-agua.jpg>)

2.5.2.7.3 Dispositivo para primeras aguas

Usualmente los sistemas de cosecha de aguas pluviales, tienen un dispositivo de descarga de las primeras aguas, provenientes del lavado del techo, que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada.

En el diseño de este dispositivo, se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo, y que se estima en 1 litro por m² de techo (CEPIS, 2004).

El volumen de agua resultante del lavado del techo es recolectado en un tanque, el cual debe diseñarse en función del área del techo para lo cual se podrán emplear recipientes de distintas capacidades

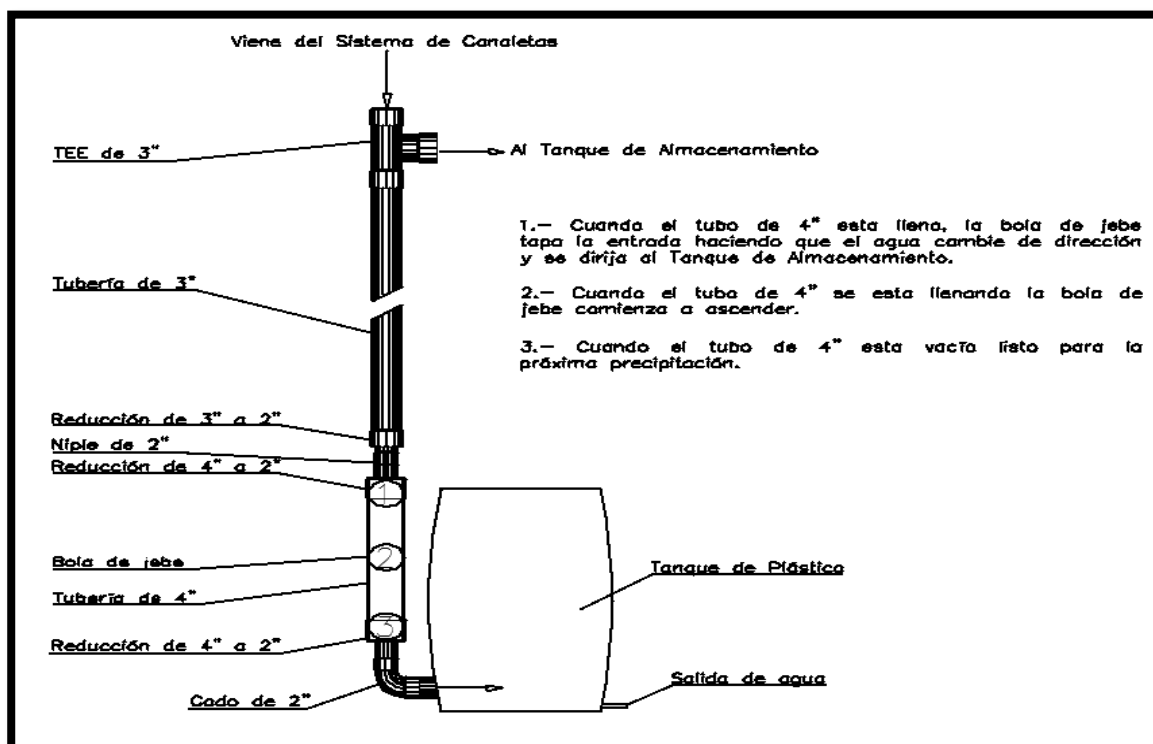


Figura 7: interceptor de las primeras aguas

Fuente: Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, FAO año 2010

2.5.2.7.4 Infraestructura de almacenamiento

CEPIS (2004), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario. El almacenamiento es el componente que demanda más espacio y el más caro del sistema de captación de agua de lluvia.

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y cumplir con las especificaciones siguientes:

Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,

Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar,

Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.

La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.

Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje. Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento.

Dimensionamiento

El dimensionamiento del reservorio es uno de los puntos más críticos para implantar el sistema, porque:

Generalmente, es el elemento más caro, impactando significativamente en el tiempo de retorno de la inversión.

Es el principal factor para la confiabilidad del sistema, pues desempeña un papel fundamental para atender la demanda.

Por lo tanto, el correcto dimensionamiento del reservorio es importante para evitar gastos innecesarios, cuando el reservorio es sobredimensionado; o una baja eficiencia cuando el reservorio es sub dimensionado.

La eficiencia y la fiabilidad de la utilización de los sistemas de agua de lluvia depende fundamentalmente del dimensionamiento del depósito de almacenamiento de agua, lo que exige combinar adecuadamente el volumen, con el costo del mismo, de lo que resultara una mayor eficiencia, con un menor gasto posible.

Para la determinación del dimensionamiento del tanque o cisterna, el criterio principal será la **capacidad de reserva** o tiempo que se desea almacenar agua; si se consumirá durante la misma temporada de lluvia o se concentrará para consumirla durante el periodo de estiaje o sequía, o se realizarán las dos acciones; consumirla durante y guardar una reserva para el final de la temporada de lluvia.

Existen diferentes métodos para dimensionar el reservorio de almacenamiento, siendo estos:

Método de Rippl

CEPIS (2004), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, en este método, al volumen de agua acumulada, captada, se le resta la demanda acumulada, de agua en el mismo intervalo de tiempo. La máxima diferencia positiva determina el volumen del depósito de almacenamiento. Cuanto menor sea el intervalo de análisis, más exacto es el resultado (ver ecuación 3).

Vripl = $\sum S$ (como indicar que la sumatoria es desde 1 hasta d) (3)

Donde:

Vripl = volumen de depósito obtenido por el Método Rippl (Litros)

d = número de días en período analizado (igual al número de días de la serie de precipitaciones utilizado);

S = diferencia entre la demanda diaria de agua de lluvia y el volumen de agua que se captura (Litros).

El resultado de la aplicación del indicado método o cualquier otro método, que se utilice, deberá ser analizado considerando por criterios prácticos, de espacio y/o económicos, tal vez no siempre será conveniente satisfacer con agua de lluvia toda la demanda; y que no siempre será económicamente favorable almacenar toda la lluvia precipitada; otro factor a considerarse es si, el agua proveniente de la será la única fuente, en cuyo caso tendría que adoptarse los criterios más conservadores a fin de no desperdiciar agua de lluvia.

Características

Conociéndose el volumen que se requiere para el depósito de almacenamiento, luego la decisión a tomar es si su ubicación, será superficial o enterrada.

Superficial

En este caso se construye una estructura sobre el suelo o alguna otra superficie, con la ventaja de menos gasto al evitar la excavación, y más facilidad de mantenimiento o reparación. La desventaja es que ocupa más espacio.

Enterrada

En este caso será necesario excavar un hoyo de las dimensiones adecuadas y conocer el tipo de suelo si es arcilloso, rocoso, etc, y la posible incidencia de inundaciones que pudieran afectar la estructura de la misma.

Lo siguiente es elegir entre un depósito prefabricado o uno construido en el sitio; en el primero de los casos existen en el mercado depósitos de material sintético o de metal; estos últimos tienen la ventaja de una larga duración, y menor costo de instalación; si se opta por construirse en el sitio lo más usual es utilizar concreto. Sin embargo, la adopción del tipo de material del depósito, también depende del volumen de almacenamiento requerido y costos, al respecto se consigna la tabla publicada por el Manual de Texas sobre la Cosecha del Agua de Lluvia, donde se recomienda el tipo de material más adecuado, según el volumen de almacenamiento requerido.

Tabla 3

Material recomendado en depósitos para almacenar agua, según su capacidad

Material	Costos US \$/Litro		Tamaño Litros		Comentarios
Fibra de vidrio	0.13	0.5	2000	8000	Puede durar por varias decadas, las reparaciones son fáciles y se puede pinta
Concreto	0.07	0.31	40000		Tienen riesgos por grietas, el olor y el sabor del agua cambian.
Metal	0.13	0.38	600	10000	Es de peso ligero y de facil transportacion la oxidacion se pueden resolver con una pintura
Polipropileno	0.09	0.25	1200	40000	Es de peso ligero y el agua se calienta si el tanque esta expuesta a la luz del sol, los tanques blancos formentan el crecimiento de las algas.
Madera	0.5		3000	200000	Se instalan en zonas residenciales
Geomenbrana	0.01			4000000	Recomendables para zonas sismicas
Polietileno	0.19	0.42	120	20000	
Acero soldado con autogena	0.2	1	120000	4000000	
Barni para almacenamiento de agua de lluvia	100		200	400	Se deben evitar barriles que no desprendan material toxico e instalar una rejilla para evitar los mosquitos

Fuente: The Texas Manual on Rainwater Harvesting, 2005.

Método Azevedo Netto:

Azevedo Netto y Acosta Guillermo (2011) , obtiene el volumen del reservorio de agua de lluvia según la siguiente ecuación (4):

$$V_{an} = 0.042 * P_a * A * T \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

V_{an} = volumen reservorio (litros);

P_a = precipitación media anual (mm / año = litros / m² por año);

A = área de captación. (m²);

T = número de meses de poca lluvia o la sequía (adimensional).

Método práctico alemán:

Ballén S, J.A., Galarza G., M.A. and Ortiz M. (2006), es un método empírico, según el cual se toma el menor entre los siguientes valores para el volumen del reservorio: 6% del volumen anual de consumo, o el 6% del volumen anual de precipitación aprovechada.

$$V = \text{mínimo entre } (V, D) * 0.06 \dots \dots \dots \text{ecuación (5)}$$

Donde:

V = volumen anual de agua de lluvia captada;

D = demanda anual de agua

El resultado de la aplicación de cualesquiera de los métodos antes descritos deberá, ser adoptado considerando que por criterios prácticos, físicos y económicos, tal vez no siempre será posible satisfacer con agua de lluvia toda la demanda; y que no siempre será conveniente almacenar toda la lluvia precipitada; otro factor a considerarse es si, el agua proveniente de la lluvia será la única fuente, en cuyo caso tendría que adoptarse los criterios más conservadores a fin de no desperdiciar agua.

2.5.2.7.5 Red de distribución de aguas pluviales y sistema de bombeo

Sistema de Distribución

Este sistema tiene por finalidad conducir las aguas pluviales, desde el lugar de almacenamiento hasta el punto de uso de dichas aguas; en tal sentido y considerando que los puntos de uso, generalmente, están por sobre el tanque de almacenamiento, se requerirá un sistema de bombeo, para impulsar las aguas hasta un tanque elevado, desde el cual, mediante una red, se distribuirá el agua hacia las unidades sanitarias; otra opción podría ser un equipo hidroneumático.

Tanque Elevado

El tanque elevado, tiene por finalidad mantener un volumen de agua, a una cierta altura, que permita a ésta llegar a todos los puntos de uso, por gravedad; estos tanques disponen de un sistema que permite el llenado del mismo en forma automática, cuando los niveles de sus aguas alcancen una determinada altura, establecida previamente.

Además, deben estar previstos de un sistema de rebose de las aguas, y una válvula de purga para eliminar las aguas del mismo. El material de éstos tanques, puede ser de concreto, contruidos in situ, o prefabricados, encontrándose en el mercado de diferentes materiales y capacidades.

Dimensionamiento: (RNE, 2010)

El volumen del tanque elevado se determina en función de la Dotación Diaria, de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma IS-010, ítem 2.4.

Cuando solo existe tanque elevado, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de 1000 lt.

Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las $\frac{3}{4}$ partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de $\frac{1}{3}$ de dicho volumen.

Sistema de Bombeo

Pita Luis (2000), está compuesto por una bomba Hidráulica, electrobomba, sus accesorios de control y regulación.

Dimensionamiento

Los elementos para calcular la potencia de una bomba son la altura a la que subirá una cantidad determinada de litros de agua por minuto, el número de filtros por los que deba pasar, y la distancia horizontal hasta el contenedor final.

$$PB = Q_b * HDT / 75 * e$$

Donde:

PB = Potencia de bomba en HP

Qb = Caudal de Bombeo en Lt/seg.

HDT = Altura Dinámica Total en m.

e = Eficiencia, 0.60

2.5.2.8 Información básica en el diseño de un sistema de cosecha de agua de lluvia

2.5.2.8.1 Bases del diseño

Idecalli (2006), Antes de emprender el diseño de un Sistema de Cosecha de Agua de Lluvia, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

Precipitación en la zona; se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años.

Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.

Número de personas beneficiadas

Demanda de agua.

2.5.2.9 Criterios para establecer la Precipitación y Demanda de Diseño:

Precipitación promedio mensual

A partir de la información sobre las precipitaciones mensuales del período en estudio, se obtiene el valor promedio mensual de total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en términos de milímetros de precipitación por mes, o litros por metro cuadrado y por mes, que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo; viene dado por la relación siguiente:

$$P_{Pi} = \frac{\sum_{i=1}^N p_i}{N}$$

Donde:

N : número de años evaluados.

P_i : valor de precipitación mensual del mes “i”, (mm).

P_{pi}: precipitación promedio mensual del mes “i” de los años evaluados, (mm).

Demanda de diseño

Para establecer la demanda de un SCALL, debemos precisar previamente la población beneficiaria y la dotación diaria de agua necesaria por cada usuario beneficiado.

A partir de la dotación diaria establecida por usuario beneficiado, podemos determinar la cantidad de agua que se requiere mensualmente para atender las necesidades de la población beneficiada; este valor viene dado por la relación siguiente:

$$Di = \frac{Nu * Nd * Dot}{1000}$$

Donde:

Nu* : Número de usuarios que se benefician del sistema

Nd : Número de días del mes analizado.

Dot : Dotación (lt/persona.día)

Di : Demanda mensual (m3).

2.5.3 Marco conceptual: definición de términos básicos

Ablandamiento. Proceso de remoción de los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua.

Agua de lluvia. Precipitación de gotas de agua líquida de diámetro mayor de 0.05 mm, o bien más pequeñas, pero muy dispersas. Se denomina así al agua de lluvia y a sus variantes, como la nieve y el granizo.

Agua purificada. Agua sometida a un tratamiento físico o químico que se encuentra libre de agentes infecciosos, cuya ingestión no causa efectos nocivos a la salud y para su comercialización se presenta en botellones u otros envases con cierre hermético.

Aguas superficiales. Agua procedente de la lluvia, deshielos o nieve, que corre en la superficie de la tierra por los ríos y arroyos, y se dirige al mar.

Aljibe. Es una cisterna para el almacenamiento del agua de lluvia.

Calidad del agua. Valor en una escala de 0% a 100% que indica el grado de contaminación de un cuerpo de agua y que se obtiene a partir de un promedio ponderado de los índices de calidad individuales de 18 parámetros dentro de los que se encuentran pH, la DBO (Demanda Bioquímica de oxígeno) y los sólidos suspendidos.

Canaletas. Conductos de diferente forma (rectangulares, trapezoidal, circulares) que se utilizan para colectar y conducir el agua de lluvia proveniente de un área de captación.

Captación “in situ” del agua de lluvia. Es el aprovechamiento del agua de lluvia a una pequeña escala que por lo general es artificial (uso de bordos, surcos, canales o la

impermeabilización de superficies para inducir el escurrimiento hacia el área deseada previamente acondicionada).

Cisterna. Depósito subterráneo o superficial donde se conserva el agua de lluvia, de un río o manantial para el abastecimiento en los diversos usos por los seres vivos.

Derecho de agua. Disposición de agua para uso personal y doméstico en cantidad suficiente; de buena calidad, accesible físicamente y económicamente, sin discriminación.

Desarrollo rural sustentable. El mejoramiento integral del bienestar social de la población y de las actividades económicas en el territorio comprendido fuera de los núcleos considerados urbanos de acuerdo con las disposiciones aplicables, asegurando la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio.

Escurrecimiento superficial. Es la porción del volumen de la precipitación que fluye sobre los canales, arroyos y lagos, en forma de una corriente superficial sobre el suelo y el talud de las Cárcavas, siendo afectado por la asociación con la precipitación y las características del lugar (Microcuencas, subcuencas y cuencas).

Filtración. Remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada.

Lluvia ácida. Se ha asignado este nombre a aquello que presenta valores de pH menores de 5.6, ya que esto indica la presencia de ácidos fuertes como el sulfúrico y el nítrico.

Potabilización. Proceso de tratamientos donde la sustancia constituida exclusivamente por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno en la naturaleza tenga un grado de pureza ya que está siempre impurificada con una serie de componentes inorgánicos y orgánicos.

Precipitación continua. Se dice que la precipitación es continua, cuando su intensidad aumenta o disminuye gradualmente.20020

Precipitación efectiva. Es la porción de la precipitación que puede llegar a estar disponible en la zona ocupada por las raíces de las plantas y su aprovechamiento depende de varios factores tales como: intensidad, duración y distribución de la lluvia, velocidad e infiltración en el suelo, cubierta vegetal y topografía.

Sedimentación. Proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas en el agua, por efecto gravitacional.

Desinfección. Destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos.

Adsorción. Fenómenos fisicoquímicos que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido. (**RNE 2006**).

Absorción. Fijación y concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material.

Floculación. Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener flóculos grandes y pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes a los esfuerzos cortantes que se generan en el lecho filtrante.

2.5.4 Marco histórico

Cuando la civilización comienza a expandirse y algunos pueblos ocupan zonas alejadas de las fuentes superficiales de agua, el hombre comenzó a coleccionar las aguas de lluvia, para el consumo doméstico; desde entonces, ha desarrollado diferentes formas de captación de agua de lluvia.

Así podemos citar los ejemplos más relevantes:

En el Desierto de Negev, en Israel y Jordania, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia que datan de hace 4,000 años.

Durante la República Romana (siglos III y IV A.C.) la ciudad de Roma en su mayoría estaba ocupada por viviendas unifamiliares denominadas “la Domus” que contaba con un espacio principal a cielo abierto (“atrio”) y en él se instalaba un estanque central para recoger el agua lluvia llamado “impluvium”, el agua de lluvia entraba por un orificio en el techo llamado “compluvium”.

En el siglo XIX, las ciudades experimentan un gran crecimiento demográfico y territorial, entonces el abastecimiento de agua a la población se realiza desde reservorios superficiales,

siendo el agua distribuida, a la población, por una red de tuberías; y por lo tanto se obvia la utilización de sistemas de aprovechamiento de agua lluvia u otros sistemas alternativos.

Sin embargo, a fines del siglo XX, en muchas regiones del mundo el agua comienza a escasear, pues la demanda crece en forma geométrica y en períodos secos el agua no es suficiente para el abastecimiento de estas poblaciones, dándose conflictos sociales por el agua y/o sus altos costos.

El Perú dispone de tres principales vertientes, Amazonas, Pacífico, y Titicaca, las que en conjunto permiten tener una disponibilidad de 2'046,287 Hm³, distribuidos según lo muestra el Cuadro N° 01.

Como se aprecia la distribución de los recursos hídricos, al igual que en el mundo, también en nuestro país, es bastante irregular. Así tenemos que mientras el 97.68% del recurso hídrico fluye por la región amazónica, por la vertiente del Pacífico, fluye el 1.8% del recurso hídrico, y finalmente, el 0.52% del agua desemboca en la vertiente del Titicaca; y si a ello adicionamos la distribución de la población, el panorama se torna aún más crítico, tal como se muestra en el Cuadro N°02.

Tabla 4

Disponibilidad de agua, según región hidrográfica

Region Hidrologico	Area (Km ²)	Disponibilidad de agua (Hm ³)			
		Superficial	Subterranea	Total	%
Amazonas	967,823.00	1,998,752.00		1,998,752.00	97.68
Pacifico	278,482.00	34,624.00	2,739.00		1.8
Titacaca	48,911.00	10,172.00		10,172.00	0.52
Total	1,285,216.00	2,043,548.00	2,739.00	2,046,287.00	100

Fuente: Autoridad Nacional del Agua-ANA

Tabla 5*Distribución hídrica y poblacional, por región hidrográfica*

Region Hidrografica	Poblacion hidrica		Poblacion		Disponibilidad m3/hab/año
	Hm3	%	Cantidad	%	
Amazonas	1,998,752.00	97.68	8,759,112.00	30.40	232,978.89
Pacifico	37,363.00	1.83	18,315,276.00	64.9	2,039.99
Titicaca	10,172.00	0.50	1,326,376.00	4.70	7,669.02
Total	2,046,287.00	100.00	28,220,764.00	100.00	72,510

Fuente: Datos de población - comisión técnica multisectorial 2009 – política y estrategia nacional de recursos hídricos del Perú.

En la tabla 4 podemos apreciar que, en nuestro país, es la región hidrográfica del Pacífico la más vulnerable, pues al 2009 solo disponía de 2,040 m³/hab./año, valor que debido al fuerte crecimiento poblacional decrecerá rápidamente, pudiendo en el año 2025 estar en zona de estrés hídrico.

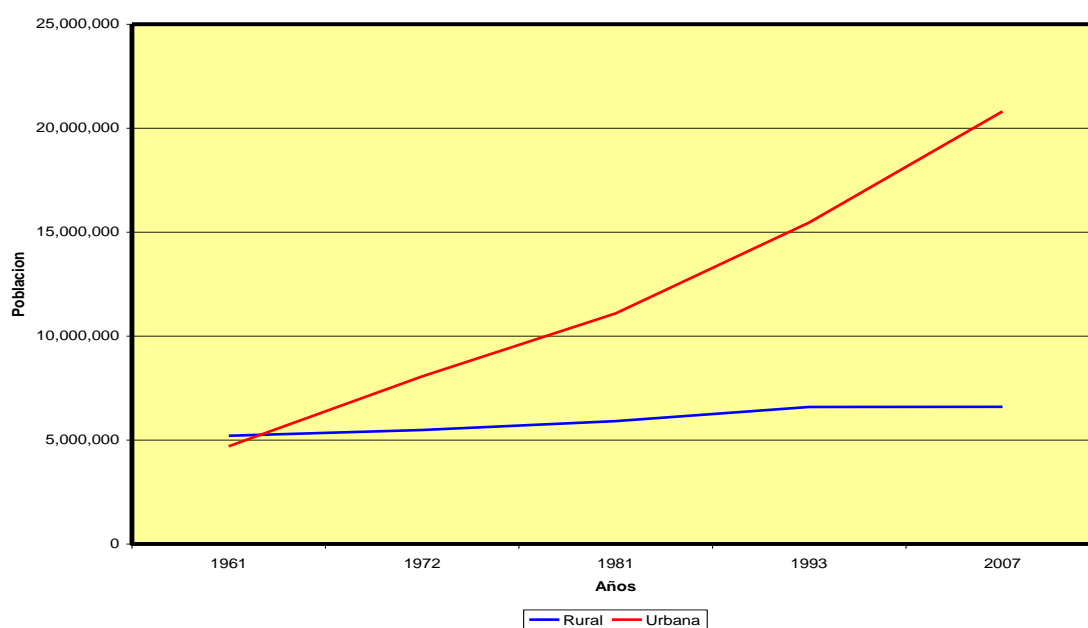
Es de señalar que, en el año 2002, de acuerdo a la FAO, el Perú se ubicó en el puesto 17, a nivel mundial, con una disponibilidad hídrica de 74,546 m³/hab./año; la disminución que se tiene al 2009, se explica por el crecimiento de la población. El crecimiento poblacional y económico que experimenta el Perú en los últimos años demanda cada vez un mayor consumo de agua; sin embargo, este recurso tiende a ser cada vez más escaso, fundamentalmente en las zonas geográficas donde el crecimiento de la población es más acentuado y se expanden con mayor énfasis, las actividades productivas, agrícolas o industriales.

Además de lo señalado debe indicarse que el fenómeno de migración de la población rural, hacia el sector urbano se presenta bastante marcado, de acuerdo a los datos de población que los últimos censos registran para las poblaciones urbanas y rurales que a continuación se muestran:

Tabla 6*Evolución de la población urbana y rural*

Año	Rural		Urbana		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
1,961	5,208,568.00	53	4,698,178.00	47	9,906,746.00	100
1,972	5,479,713.00	40	8,058,495.00	60	13,538,208.00	100
1,981	5,913,287.00	35	11,091,923.00	65	17,005,210.00	100
1,993	6,589,757.00	30	15,458,599	70	22,048,358.00	100
2,007	6,601,889.000	24	20,810,288.00	76	27,412,157	100

acelerado de la población urbana, mientras la población rural en el período 1993 -2007 prácticamente se ha estancado.

**Figura 8:** Evolución de la población, urbana y rural

El crecimiento de la población urbana se torna más sensible si consideramos que éste se da con mayor énfasis en la costa, región donde el suministro anual de agua por habitante es menor que en el resto del país, estando próximo a alcanzar el nivel de estrés hídrico.

El uso del agua en el Perú comprende cuatro sectores, siendo la agricultura, el de mayor consumo y éste se da más intenso en la vertiente del Pacífico. Es también en este ámbito hidrográfico, donde se asientan ciudades de alto crecimiento poblacional; los distintos usos del agua, en Hm3, se pueden apreciar a continuación.

Tabla 7

Usos del agua en el Perú

Región Hidrográfica	Uso poblacional		Uso agrícola		Uso minero		Total	
	Hm3	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Amazonas	2,086.00	12	14,051.00	80	302.00	2	17,542.00	87.40
Pacífico	345.00	14	1,946.00	80	97.00	4	2,437.00	12.14
Titicaca	37.00	29	61.00	80	2.00	2	93.00	0.46
Total	2.458	12	16,058	80	401	2	20,072	100.00

Fuente: Intendencia de Recursos Hídricos, INRENA 2006

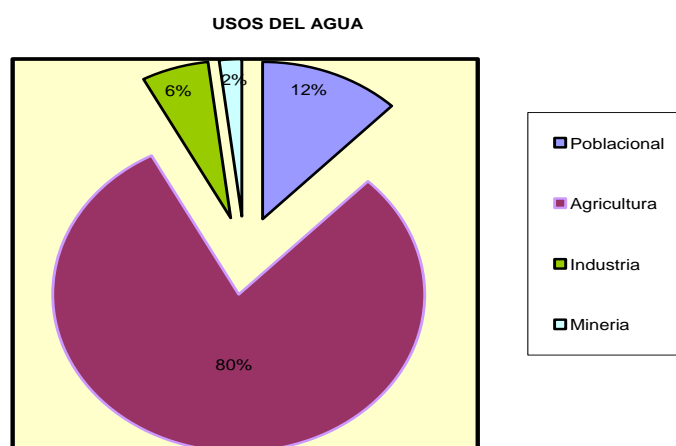


Figura 9: Usos del agua en el Perú

La desigualdad en la distribución territorial del agua, ha sido afrontada por el Estado, mediante políticas de inversión pública en grandes proyectos hidráulicos que han privilegiado a la costa, dejando sin mayor atención a la sierra y selva.

2.6 Hipótesis

En base a la formulación del problema, se plantea la siguiente Hipótesis:

Será factible la captación de aguas pluviales mediante un Diseño Óptimo para el uso de actividades domésticas.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Recursos humanos

Autor del Proyecto (Bach. Edgar Eli Grández Torres).

Asesora Metodológica (Ing. Peggy Grández Rodríguez)

Personal auxiliar de Campo

3.1.2 Recursos materiales

Material de estudio

Datos Pluviométricos registrados por el SENAMHI sobre precipitaciones de la zona en estudio, en este caso se tomó dichos registros de la estación San Ramón (Yurimaguas).

Planos topográficos del área urbana (manzaneo).

Encuestas sobre el número de habitantes por vivienda, etc.

Material de escritorio

Cámara fotográfica

1 computadora personal e impresora

2 memorias USB

Papel (bond A4 de 75gr)

Libretas de apunte

Bibliografía

3.1.3 Recursos económicos

Gastos generados para el siguiente trabajo de investigación:

Obtención de Información Pluviométrica.

Planos topográficos.

3.2 Metodología

3.2.1 Universo, muestra y población

3.2.1.1 Universo

Está regido para todas las viviendas de la Ciudad de Yurimaguas.

3.2.1.2 Muestra

Está conformada por las viviendas ubicadas en el Barrio La Florida – distrito de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas, Región Loreto.

3.2.1.3 Población

1315 habitantes del barrio La Florida – Yurimaguas.

3.2.2 Sistemas de Variables

Tabla 8

Sistema de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
3.2.2.1. Independiente	Estudio Topográfico	se aplicarán en campo el levantamiento topografico, por el método de triangulación y en gabinete los software civil 3d	Manzaneo, para el cálculo de viviendas	m2
	Estudio Pluviometrico	Se aplicarán métodos estadísticos e hidrologicos	Intensidad máxima a partir de datos pluviométricos	mm/día
3.2.2.2. Dependiente	Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales para uso doméstico en viviendas	Se tendrá en cuenta lo establecido que es el diseño de sistemas de captación de aguas pluviales.	Área de captación	m2
			Sistema de conducción	m
			Sistema de Almacenamiento	m3
			Sistema de Distribución	m

Fuente: Fuente Propia

3.2.3 Diseño del método cobertura del estudio.

La presente investigación se realizará en gabinete. El diseño de investigación experimental es el siguiente:

Antes	Después
X	Y

X : Situación de la investigación en la fase de estudio.

Y : Resultados de la investigación con información precisa que formula la propuesta.

3.2.4 Diseño Experimental de la Investigación

La investigación a realizar es de tipo experimental – aplicativo.

3.2.5 Procesamiento de la Información

3.2.5.1 Localización

Yurimaguas capital de la provincia de Alto Amazonas, está ubicada en la selva nororiental peruana, a $05^{\circ}53'34''$ de latitud Sur y $76^{\circ}06'36''$ longitud Oeste; a 1088 km al noreste de Lima y a 184.00 msnm. La Florida uno de los 18 barrios que conforman el distrito de Yurimaguas, se encuentra ubicado a $05^{\circ}54'06''$ de latitud Sur y $76^{\circ}07'20''$ longitud Oeste.

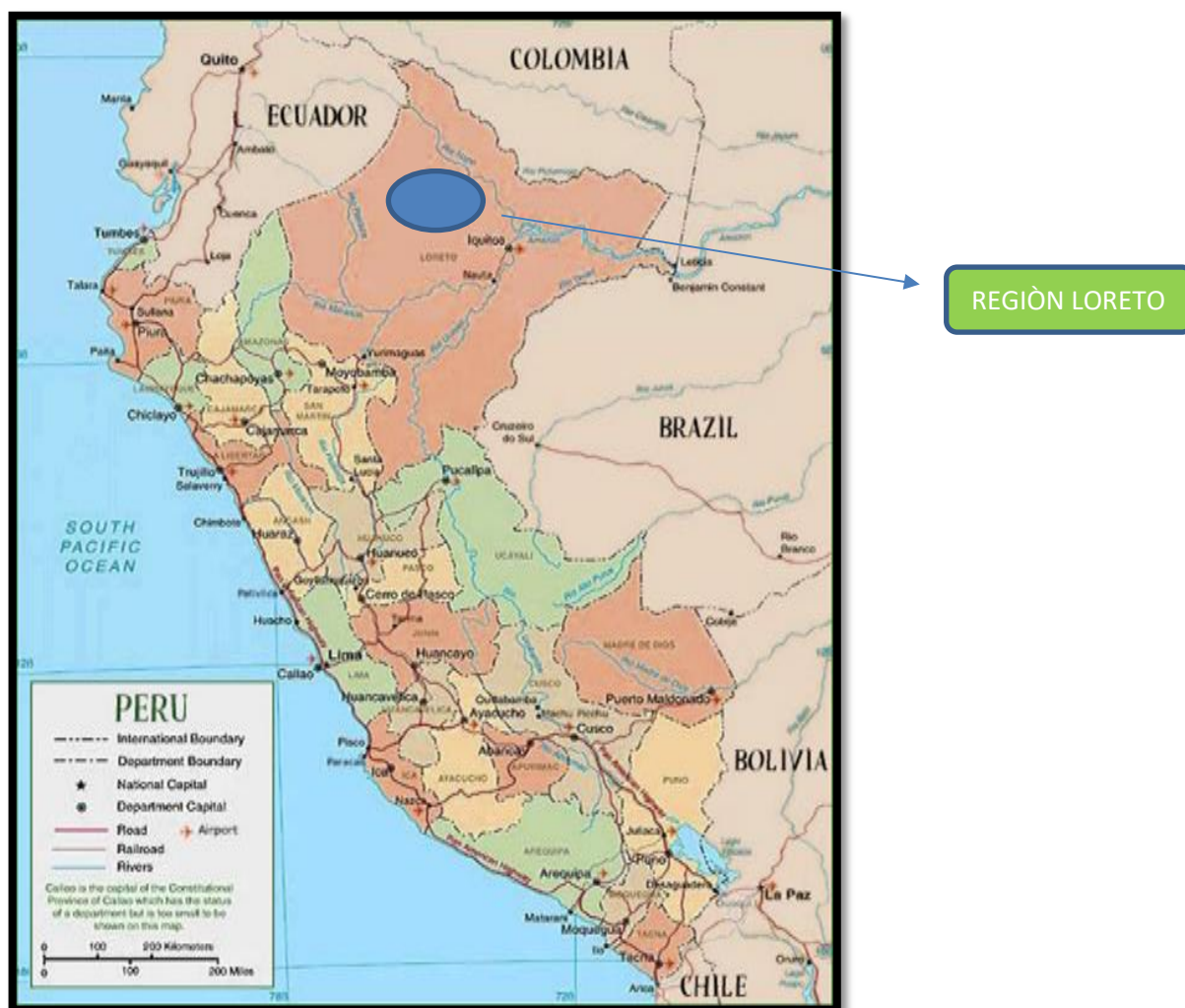


Figura 10: Ubicación de la región Loreto

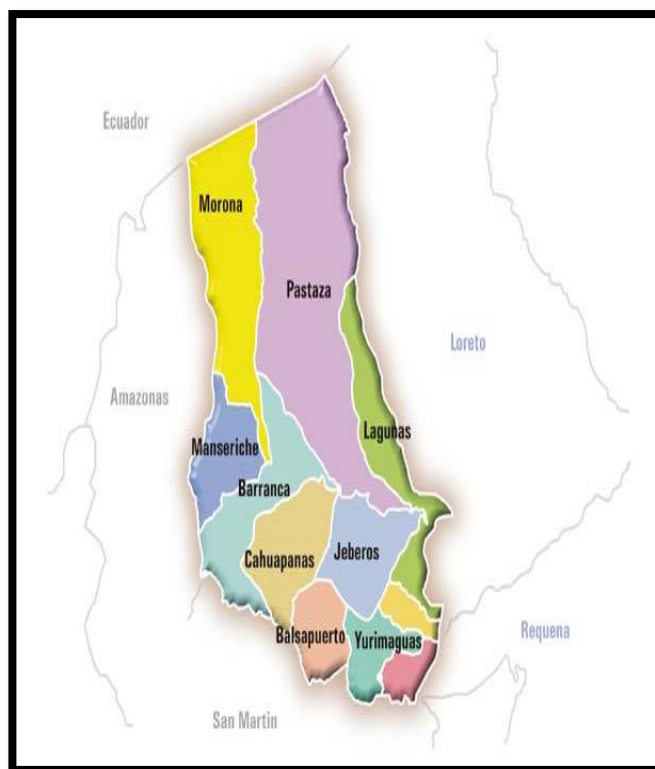
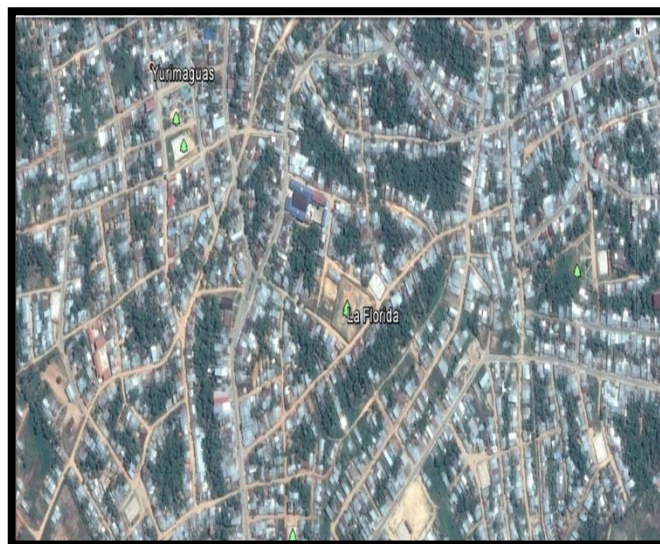


Figura 11: Ubicación de la provincia de Alto Amazonas



BARRIO LA FLORIDA

Figura 12: Imagen Satelital de Yurimaguas- barrio La Florida

3.2.5.2 Características de la zona de estudio

3.2.5.2.1 Datos generales

La ciudad de Yurimaguas es una de las principales urbes turísticas y comerciales de la Amazonía Peruana, ubicada en el distrito de Yurimaguas.

La extensión territorial o superficie de Yurimaguas, abarca un aproximado de 2684 km², el área urbana ocupa una extensión de 514.48 km².

El relieve de la ciudad de Yurimaguas es accidentado; varias de sus calles tienen pronunciadas subidas, con respecto a sus desagües desembocan en los ríos Huallaga y Parapapura.

El suelo presenta suelos inorgánicos arcillosos de baja a mediana plasticidad, arcillas arenosas, arcillas areno-limosa de mediana compacidad, identificado en el Sistema SUCS como (CL), con capacidad de 0.78 kg/cm², la ciudad dentro de la zonificación sísmica se encuentra en la zona 3.

3.2.5.2.2 Transporte

Yurimaguas se comunica con los demás distritos de Alto Amazonas mediante vía fluvial, así como a sus centros poblados mediante carreteras.

Actualmente la carretera Fernando Belaúnde Terry, concesionada por la empresa IIRSA Norte, une desde la ciudad de Olmos, en Lambayeque, hasta la ciudad de Yurimaguas, Loreto.

También existen vuelos diarios a las ciudades de Tarapoto y San Lorenzo (Datem del Marañón), desde el aeropuerto Moisés Benzaquen Rengifo.

Vías de Acceso: Las rutas principales vía terrestre y Vía aérea que conducen a la localidad de Yurimaguas son:

Ruta 1: Desde Lima conduce a Tarapoto, que después de recorrer 886 km. de la carretera Panamericana Norte hasta Olmos, continúa en una longitud de 604 km. rumbo al nororiente peruano, este último tramo se hace por la carretera Mesones Muro, la cual luego de atravesar el cuello o “abra” de Porculla, llega a Chamaya, en esta localidad se ingresa a la carretera Fernando Belaúnde Terry, que conduce hasta Tarapoto y con una longitud de 133 km. se llega a la ciudad de Yurimaguas.

Ruta 2: Se inicia en la ciudad de Lima, a través de 530 km., llegando a la ciudad de Tingo María, de aquí sigue un recorrido de 478 km. por la carretera Fernando Belaúnde Terry, para llegar a Tarapoto y luego 133 km para llegar a la ciudad de Yurimaguas.

Ruta 3: La constituye la carretera de 133 km. que une esta ciudad con Yurimaguas, capital de la provincia de Alto Amazonas.

Ruta 4: El aeropuerto de Yurimaguas “**Moisés Benzaquen Rengifo**”, con una pista asfaltada de 1800 metros de longitud.

3.2.5.2.3 Características del área de influencia

Clima

El clima de la ciudad es tropical: cálido y húmedo con abundantes lluvias de selva baja, con una temperatura promedio anual de 23 °C, siendo la temperatura máxima 39 °C; tiene una humedad relativa mínima de 74.5% y la máxima de 81.5%

La precipitación anual es de aproximadamente 2477.10 mm, siendo los meses de mayores lluvias en Febrero, Marzo y Abril. La dirección predominante de vientos es sudoeste, con una velocidad promedio de 8.6km/h.

Suelos

La ocupación físico-espacial de Yurimaguas ha sido resultado de su dinámica socio-económica. Dicha dinámica junto con el crecimiento poblacional y la carente planificación, dejaron como resultado equipamientos y/o infraestructuras en claro conflicto con la tendencia de crecimiento de la ciudad hasta la actualidad. El Ámbito de Estudio está determinado por el Área Urbana Consolidada (AU), el Área Agrícola y Remanentes Naturales (AG) como se indica en el cuadro.

Tabla 9

Áreas y porcentajes del ámbito de estudio

Ámbito	Has.	%
Ámbito de Estudio (AE)=AG+AU	6914.26	100
Área agrícola y rem. naturales (AG)	5990.08	86.63
Área urbana consolidada (AU)	924.18	13.37

Fuente: Trabajo de campo – Catastro PDU/Yurimaguas 2015

En el siguiente cuadro se muestran los usos de suelo de Yurimaguas considerando porcentajes relativos al Ámbito de Estudio y al Área Urbana Consolidada.

Tabla 10

Usos de suelo existentes en Yurimaguas

Uso	Área		
	HAS.	%Relativo AE	%Relativo AU
Residencial	343.9	4.97	37.21
Comercial	56.19	0.81	6.08
Industrial	138.97	2.01	15.04
Equipamiento	Educación	32.81	0.47
	Salud	5.92	0.09
	Recreación	13.83	0.2
	Sub total	52.56	0.76
Otros usos	60.18	0.87	6.51
Uso no definido/lotes vacíos	104.25	1.51	11.28
Área neta ocupada	756.05	10.93	81.81
Calles	168.13	2.43	18.19
Área urbana consolidada	924.18	13.37	100

Fuente: Trabajo de campo – Catastro PDU/Yurimaguas 2015

Del cuadro se interpreta un porcentaje de uso mayoritario en vivienda (4.97%), seguido del uso Industrial con (2.01%), en donde se aprecian grandes lotes o parcelas fabriles ubicados principalmente en la carretera, en tercer lugar; se contempla que 1.51% de los lotes son de uso no determinado por su estado “sin construir”.

Sistemas de escorrentía pluvial y acequias que discurre por la ciudad

La EPS-SEDALORETO S.A. atiende a 16 417 hab. (26.95% de la población total) con alcantarillado y conexiones domiciliarias; 2162 (3.15%) tiene sus servicios higiénicos en pozos negros, pozos ciegos, acequias o canales y 5796 hab. (52.33%) simplemente no tiene servicios higiénicos.

El 67% son CSN y se instalaron hace 13 años. Solo el 3.3% son antiguos canales de concreto y abovedado y no funcionan adecuadamente.

El sistema de colectores e interceptores es mixto (aguas pluviales y domiciliarias) y descargan por gravedad 04 emisores principales:

Quebradas: Valencia, Atum, Mishuyacu y Aguamiro, estos descargan directamente al Río Huallaga.

Manejo de Aguas Servidas

En base a las informaciones de las autoridades locales, organismos, clubes sociales y ciudadanos del distrito de Yurimaguas; recogidas por el equipo técnico de la Municipalidad, se presenta la siguiente problemática.

Las principales redes colectores e interceptoras descargan de manera única en el río Huallaga. Este tipo de contaminación tiene su principal ocurrencia en el ámbito de estudio al déficit de la cobertura y tipo de colector del sistema de alcantarillado, observándose la existencia de colectoras abiertos que transportan el agua residual de las viviendas ubicadas en la zona de consolidación urbana, equivalente al 15.25% de viviendas existentes, estos colectores cruzan la ciudad teniendo como puntos de descargas los principales ríos y quebradas.

Dada la existencia de viviendas de consolidación urbana incipiente, colindantes y/o ubicadas en cercanía a los colectores estos disponen sus excretas en silos que cuentan con tuberías que se descargan el agua residual en los colectores.

Al respecto es necesario mencionar además que el sistema de agua potable de la Ciudad de Yurimaguas, tiene como fuente de abastecimiento el agua superficial (río Paranapura). El agua superficial para el abastecimiento proviene del río Paranapura. La captación se encuentra ubicada al Nor-Oeste de la localidad, aproximadamente a 2 km, respecto del centro poblado. Esta fuente varía en su caudal en el transcurso del año. Así mismo se observó que esta fuente de agua recibe descargas de aguas servidas domésticas e industriales, esta contaminación generada por las aguas residuales altera la calidad del agua producida.

3.2.5.3 Barrio La Florida- Yurimaguas

El Barrio La Florida se encuentra ubicada en la ciudad de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, Región Loreto; los principales accesos que se tiene son: Av. Circunvalación, Calle La Florida, Calle Pampa Hermosa, Calle Jeberos, Calle José Rivera. El terreno es de forma irregular y tiene un área total de 142 102.63 m².

El barrio la Florida, consta de 8 manzanas con sus respectivas viviendas, siendo el total de área construida promedio de viviendas de 23,670.00 m² según Encuesta N° 01 realizada donde se obtuvo el área del prototipo de vivienda construida, Con una población aproximada de 1315 habitantes, teniendo en cuenta la existencia de 5 personas/vivienda de acuerdo a la Encuesta N° 01 realizada en el Barrio la Florida.

La distribución de lotes (viviendas) se describe de acuerdo al manzaneo en el Cuadro N°08, y se muestra la Figura N° 11 (prototipo de viviendas comunes encontradas en el manzaneo).

Tabla 11

Viviendas de acuerdo al manzaneo del barrio la Florida

Manzana N°	Uso y/o Número de viviendas existentes	Descripción Arquitectónica	Área Techada (cobertura para los 03 casos)-Vivienda Prototipo
1	25 viviendas	Nivel:01, 02 Cuartos, 01 SS.HH., 01 Sala Comedor, 01 Cocina, 01 Patio de Servicio, 01 Jardín	90.00 m ²
2	46 viviendas	Nivel:01, 02 Cuartos, 01 SS.HH., 01 Sala Comedor, 01 Cocina, 01 Patio de Servicio, 01 Jardín	90.00 m ²
3	43 viviendas	Nivel:01, 02 Cuartos, 01 SS.HH., 01 Sala Comedor, 01 Cocina, 01 Patio de Servicio, 01 Jardín	90.00 m ²
4	59 viviendas	Nivel:01, 02 Cuartos, 01 SS.HH., 01 Sala Comedor, 01 Cocina, 01 Patio de Servicio, 01 Jardín	90.00 m ²
5	22 viviendas	Nivel:01, 02 Cuartos, 01 SS.HH., 01 Sala Comedor, 01 Cocina, 01 Patio de Servicio, 01 Jardín	90.00 m ²
6	25 viviendas	Nivel:01, 02 Cuartos, 01 SS.HH., 01 Sala Comedor, 01 Cocina, 01 Patio de Servicio, 01 Jardín	90.00 m ²
8	2 viviendas	Nivel:01, 02 Cuartos, 01 SS.HH., 01 Sala Comedor, 01 Cocina, 01 Patio de Servicio, 01 Jardín	90.00 m ²
9	41 viviendas	Nivel:01, 02 Cuartos, 01 SS.HH., 01 Sala Comedor, 01 Cocina, 01 Patio de Servicio, 01 Jardín	90.00 m ²

Fuente: Elaboración propia según Planos Catastral/ Yurimaguas-MDAA

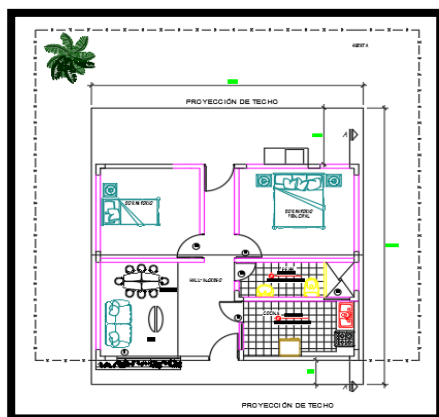


Figura 13: Vivienda prototipo (vivienda familiar existente en el barrio La Florida)

Fuente: Elaboración propia, datos de dimensiones obtenidas del promedio de la Encuesta N° 01 realizada en el barrio La Florida

Suelos:

El Barrio la Florida se encuentra en la denominada Zona 3 del mapa de Zonificación Sísmica del Perú, donde por estudios básicos realizados para construcciones de viviendas y posta médica se tiene la presencia de suelos de tipo (SM-SC) o Arena Limosa con Trazas de Arcilla, cuya capacidad portante es de 2.19 kg/cm², a una profundidad de 1.50 m.

Infraestructura Básica:

En general, las viviendas cuentan con red de drenaje de aguas pluviales que descargan en la alcantarilla pública.

Cuentan con servicios de agua y desagüe sanitario que está conectados a la Red Pública de la ciudad, el servicio de agua potable es regulado por SEDALORETO S.A.

El servicio eléctrico se encuentra regulado por Electro Oriente.

Suministro de Agua Potable:

Todas las viviendas cuentan con servicio de agua potable, pues debido al ser todas viviendas de una sola planta tienen un sistema directo, pero estos servicios tienen una duración para el particular Barrio la Florida 02 a 03 horas al día.

El consumo de agua potable en promedio por prototipo de viviendas del Barrio La Florida bordea los 22 m³ mensuales, siendo el costo de S/. 2.139 por metro cúbico de agua, según reporte del mes de Enero del 2017; tal como se indica en el cuadro siguiente:

Tabla 12

Valores de consumo y costo de agua potable, en el prototipo de vivienda en el barrio la Florida

MES	N° DE VIVIENDAS	CONSUMO (m3)	COSTO (S/.)	PRECIO UNITARIO (S/ x m3)
Enero-17	1	22.00	47.08	2.139

Fuente: Elaboración propia según facturación de SEDALORETO SA.

3.2.5.4 Ingeniería Básica

El Barrio La Florida está ubicado en la zona urbana del distrito de Yurimaguas.

El terreno que pertenece al Barrio La Florida presenta una topografía ondulada.

La zona presenta un clima tropical: cálido – húmedo con abundantes precipitaciones, con una temperatura máxima 39° C y la mínima 23°C.

3.2.5.4.1. Precipitación

De acuerdo a los reportes del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, durante el período 2006 – 2015, la precipitación pluvial mensual es tal como se muestra en el tabla 11.

Tabla 13

Precipitación Pluvial Mensual y Anual, en la Ciudad de Yurimaguas

Período 2006 - 2015

Precipitación total mensual en (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2006	332.7	273.1	303.9	364.8	65.4	112.68	276.7	70.6	83.4	127.9	127.9	326.5	2465.6
2007	238.6	190.8	452.5	546.1	317.7	36.5	91.2	107.1	147.3	341.6	311.6	355.6	3136.6
2008	201.5	259.9	456.6	229.2	135.3	216.7	51.1	77.8	194.9	110.4	183.9	139.8	2257.1
2009	218.1	311.9	363.2	202.3	198.1	219.1	198.1	124	86.8	148.6	159.8	69.0	2299.0
2010	113.2	302.4	248.3	421.3	267.7	72.7	98.7	53.9	80.5	146.5	244.7	235	2284.9
2011	144.2	161.2	666.3	162.3	122.7	140	177.7	54.6	189.1	92.7	384.5	205.4	2500.7
2012	259.1	232.9	276.3	294	124.6	147.8	74.6	39.7	105.1	307.5	357.2	298.6	2517.4
2013	162.6	189	459.1	139.9	160.3	247.1	49.7	173.5	152.5	186.5	336.1	111.2	2367.5
2014	290.7	257.5	426.4	251.1	188.4	73.5	74	80.8	191.1	143.2	446.2	346.1	2769.0
2015	275.2	172.2	327.1	358.5	182.6	128.4	102.1	101.4	76.4	164.9	172.4	112.3	2173.5
Promedio de Precipitación Pluvial anual													2477.1

Fuente:
SENAMHI

3.2.5.4.2. Precipitación Media Anual

Es el promedio de la precipitación pluvial anual, durante el período observado. Se obtiene sumando el total de la precipitación de cada año y dividiéndolo por el número de años considerados. Para el presente caso de la información antes citada, obtenemos que la precipitación media anual, para el período 2006-2015, es de 2,477.1 mm.

3.2.5.4.3. Precipitación Media Mensual

Es el promedio de la precipitación pluvial mensual, durante el período observado. Se obtiene sumando el total de la precipitación de cada mes, y dividiéndolo por el número de años en el período considerado. Para el presente caso de la información antes citada, obtenemos que la precipitación media mensual, para el período 2006-2015, se obtiene los siguientes valores.

Tabla 14

Precipitación media mensual, en la ciudad de Yurimaguas

Período 2006-2015

Precipitación media mensual													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Media	224	235	398	297	176	139	119	88	131	177	272	220	2477

Fuente: Elaboración Propia, con información de SENAMHI

Se puede apreciar que marzo es el mes de mayor precipitación, 398 mm., y agosto es el de menor precipitación, 88 mm., siendo la diferencia, entre ellos, pues en este caso Agosto representa tan solo el 22% de la precipitación del mes de marzo.

Esta relación es importante para los fines del proyecto, aunque en esta oportunidad no favorece a los fines del mismo, pues se vislumbra que, para atender los servicios hídricos, con agua pluvial, en el período de estiaje, deberá almacenarse agua en volúmenes importantes. Para fines de cosecha de agua de lluvia es preferible disponer de un régimen pluvial lo más uniforme posible y no uno donde las fluctuaciones de precipitación en el tiempo sean muy marcadas.

En el presente caso si queremos utilizar exclusivamente agua de lluvia, probablemente los cálculos determinen la necesidad de disponer un depósito para almacenamiento de la misma, con un volumen significativo, para acopiar aguas caídas durante el período de Febrero – Abril, y con ellas atender la demanda en el período Junio – Setiembre; o tener que utilizar complementariamente agua de la red pública.

3.2.5.4.4. Intensidad de la precipitación

Se define como la cantidad de lluvia que cae por unidad de tiempo, en un lugar determinado; se acostumbra medirla en mm/hora.

Generalmente se clasifica en ligera, moderada y fuerte según se observa en la tabla.

Tabla 15

Clasificación de la intensidad de la precipitación

Intensidad	mm/h	Criterios
Ligera	2.5 o menos	Las gotas son fácilmente identificables, unas de otras, las superficies expuestas secas tardan más de dos minutos en mojarse completamente.
Moderada	2.5 – 7.5	No se pueden identificar gotas individuales, los charcos se forman rápidamente. Las salpicaduras de la precipitación se observan hasta cierta altura del suelo o de las otras superficies
Fuerte	>7.5	La visibilidad es bastante restringida y las salpicaduras que se producen sobre la superficie se levantan varias pulgadas.

La intensidad de las precipitaciones se mide con los Pluviógrafos, instrumentos que registran la precipitación automáticamente y de manera continua, en intervalos de tiempo de hasta una semana.

La intensidad y la duración de la lluvia están asociadas; al aumentarse la duración de la lluvia disminuye su intensidad media. U

3.2.5.5 Parámetro de Diseño

3.2.5.5.1. Demanda de agua

Para establecer la demanda de agua analizaremos los parámetros básicos que se deben tener en consideración, para el desarrollo de un SCALL, según la metodología mencionada en el marco teórico, siendo estos:

3.2.5.5.1.1. Beneficiarios del sistema

En este caso debemos hacer una precisión, al número de personas que conforman el Barrio La Florida y beneficiarios de este sistema, pues si bien el Barrio la Florida cuenta con 263 viviendas y con un total de 1315 personas, en tal sentido para el respectivo proyecto se trabajará como se mencionó anteriormente con un prototipo de vivienda y con un respectivo número de servicios que contará la vivienda y número de habitantes por vivienda de acuerdo a los datos procesados de la Encuesta N° 01, realizada en el Barrio la Florida, del tal forma se presenta la siguiente información:

Beneficiarios del (SCALL)	: 263 Familias
N° de Personas	: 1315 Personas
Prototipo de Vivienda	: 1 muestra de familia
N° de Personas (hab. /Viv.)	: 5 personas

3.2.5.5.1.2. Dotación Diaria

Para la determinación de la Dotación Diaria, y considerando que el agua pluvial se destinara para los siguientes servicios: inodoros, lavadero de ropa.

Se presentan en el cuadro la dotación diaria para sanitarios, donde se aprecia según SUNASS en la tabla N° 01 se tiene específicamente la dotación diaria de sanitarios.

Tabla 16*Dotación diaria, por persona*

Norma	Uso	Dotacion diaria total		Dotacion diaria sanitarios	
SUNNAS	Vivienda	151	Lt/pers/dia	80	Lt/pers/dia

Se opta por el valor de = **80 lt/pers/día****3.2.5.5.1.3. Demanda Diaria**

Con los datos de beneficiarios del sistema y la dotación diaria, obtenemos la Demanda Diaria.

Tabla 17*Demanda diaria de agua*

Determinación de la demanda diaria

Item	Uso de area	Cantidad	Dotacion diaria sanitarios	Demanda diaria (lt/dia)
1	Familia	5 personas	80 Lt/pers/dia	400.00
		Total		400.00

La Demanda Diaria es de 0.400 m³/día, tratándose de una vivienda familiar conformada por 5 personas.

3.2.5.5.1.4 Demanda Mensual de Agua

Habiéndose establecido la dotación diaria, para atender los servicios higiénicos, determinamos la demanda mensual, la cual se presenta a continuación.

Tabla 18*Demanda mensual de agua*

Determinacion de la demanda mensual			
Mes	Nº de dias	Consumo	
	L-D	L-D	Total
Enero	31	12.40	12.40
Febrero	28	11.20	11.20
Marzo	31	12.40	12.40
Abril	30	12.00	12.00
Mayo	31	12.40	12.40
Junio	30	12.00	12.00
Julio	31	12.40	12.40
Agosto	31	12.40	12.40
Setiembre	30	12.00	12.00
Octubre	31	12.40	12.40
Noviembre	30	12.00	12.00
Diciembre	31	12.40	12.40
Total	365	146.00	146.00

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5.5.2. Oferta de Agua de Lluvia

3.2.5.5.2.1. Información pluviométrica mensual

Para determinar la disponibilidad de agua de lluvia, se cuenta con la información de precipitación para la Localidad de Yurimaguas, obtenida de la Estación Meteorológica San Ramón del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – Dirección Regional de Loreto. Los datos analizados corresponden a la Precipitación Total Mensual en mm. de los años 2006 hasta 2015.

Los valores obtenidos se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 19

Valores de Precipitación Mensual en mm.

PRECIPITACION TOTAL MESUAL EN (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2006	332.7	273.1	303.9	364.8	65.4	112.68	276.7	70.6	83.4	127.9	127.9	326.5	2465.6
2007	238.6	190.8	452.5	546.1	317.7	36.5	91.2	107.1	147.3	341.6	311.6	355.6	3136.6
2008	201.5	259.9	456.6	229.2	135.3	216.7	51.1	77.8	194.9	110.4	183.9	139.8	2257.1
2009	218.1	311.9	363.2	202.3	198.1	219.1	198.1	124	86.8	148.6	159.8	69.0	2299.0
2010	113.2	302.4	248.3	421.3	267.7	72.7	98.7	53.9	80.5	146.5	244.7	235	2284.9
2011	144.2	161.2	666.3	162.3	122.7	140	177.7	54.6	189.1	92.7	384.5	205.4	2500.7
2012	259.1	232.9	276.3	294	124.6	147.8	74.6	39.7	105.1	307.5	357.2	298.6	2517.4
2013	162.6	189	459.1	139.9	160.3	247.1	49.7	173.5	152.5	186.5	336.1	111.2	2367.5
2014	290.7	257.5	426.4	251.1	188.4	73.5	74	80.8	191.1	143.2	446.2	346.1	2769.0
2015	275.2	172.2	327.1	358.5	182.6	128.4	102.1	101.4	76.4	164.9	172.4	112.3	2173.5
PROMEDIO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL ANUAL													2477.1

Fuente:
SENAMHI

Elaboración Propia en base a Registro Senhami

En base a los datos señalados se han establecido los valores de precipitación promedio mensual y anual, que se muestran a continuación:

Tabla 20

Valores de precipitación promedio mensual en mm.

Periodo 2006-2015

PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIA	224	235	398	297	176	139	119	88	131	177	272	220	2477

Fuente: Elaboración Propia, con información de
SENAMHI

Los datos analizados muestran que en promedio, en el período analizado, anualmente la precipitación promedio es de 2,477 mm., el mes más lluvioso del año es Marzo, con 398 mm. Como media, y Agosto es el mes de menor precipitación con 88 mm. Promedio.

3.2.5.5.2.2 Cálculo de la precipitación pluvial neta

La Precipitación Pluvial Neta, que podría almacenarse, depende del coeficiente de escurrimiento de los materiales del área de captación, para el caso tenemos, según Tabla N° 02:

Material de superficie de captación: Lámina Galvanizada Corrugada, asumimos como coeficiente el valor de:

$$C_e = 0.80$$

Tabla 21

Valores de precipitación promedio neta mensual en mm

Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Precipitacion Promedio	224	235	398	297	176	139	119	88	131	177	272	220	
Coeficiente de Escorrentia	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
Precipitacion Promedio Neta	179	188	318	238	141	112	96	71	105	142	218	176	1982

Fuente: Elaboración Propia

Estos valores determinan que la precipitación anual neta es de 1,982 mm.

3.2.5.5.2.3 Información Pluviométrica Diaria

Esta información se consigna con la finalidad de analizar el comportamiento del sistema de la forma más detallada posible, habiéndose obtenido el registro diario de los últimos 04 años, vale decir: 2012, 2013, 2014 y 2015; los que se muestran en el Anexo N° 02, en base a los cuáles se ha determinado los valores promedio para cada uno de los días del año, que se muestran en el Cuadro N° 18

Tabla 22*Promedio de la precipitación diaria de los años***2012,2013, 2014,2015**

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	6.1	4.6	3.7	5.6	7.1	0.0	0.0	0.0	1.0	3.8	15.6	5.6
2	2.2	3.9	4.3	14.1	0.0	2.7	0.0	7.0	5.8	0.7	12.0	8.2
3	17.3	3.9	3.3	0.3	2.5	0.0	0.9	4.5	0.0	22.5	0.8	8.7
4	12.1	14.2	12.5	8.1	0.0	9.8	0.0	0.0	17.3	4.3	1.4	15.6
5	5.0	18.9	14.9	21.0	10.5	2.3	4.9	4.5	7.5	30.5	5.1	0.0
6	1.2	1.0	11.6	9.1	23.5	6.4	2.1	1.7	3.5	12.1	7.5	2.1
7	10.7	1.9	20.2	5.6	7.5	3.7	8.8	0.0	1.9	1.5	3.3	5.3
8	4.3	4.4	14.1	8.5	7.4	1.9	9.7	1.6	0.0	1.3	2.8	5.0
9	7.7	22.5	23.8	5.3	0.8	1.0	0.0	8.3	20.1	3.0	4.2	4.7
10	11.0	0.0	9.8	10.0	0.0	2.8	0.0	6.0	0.0	5.0	27.1	1.1
11	2.0	3.2	11.1	1.1	4.5	5.2	0.5	2.8	1.4	28.7	10.4	10.6
12	1.7	6.7	13.3	7.4	13.2	3.1	5.7	7.9	0.0	6.6	29.1	9.0
13	0.6	12.1	10.4	4.5	0.0	8.8	8.5	0.0	1.8	4.2	22.9	15.5
14	1.2	9.7	3.7	11.8	15.2	1.3	0.0	14.5	1.0	10.9	9.4	12.6
15	0.3	6.3	15.0	9.0	1.8	16.6	1.6	2.9	2.7	0.6	0.3	26.5
16	4.7	0.0	14.1	5.7	0.6	2.4	0.0	0.0	1.1	11.4	7.0	9.2
17	23.0	0.0	4.8	7.3	6.0	2.4	0.5	0.0	14.2	4.1	7.8	7.0
18	17.0	14.1	20.1	6.7	3.2	21.2	3.6	0.0	0.6	9.2	0.4	0.0
19	2.2	22.6	16.4	8.9	0.8	3.1	1.8	0.0	4.5	0.7	37.3	2.6
20	6.4	8.5	36.2	4.0	0.4	0.0	0.0	0.0	7.8	6.5	6.1	2.2
21	19.2	11.0	4.0	22.1	3.5	0.0	0.0	0.0	25.9	1.1	9.7	1.8
22	30.2	3.1	1.5	5.9	8.6	1.8	1.2	0.0	5.0	1.3	4.7	11.2
23	6.8	6.9	2.1	6.5	9.6	4.9	0.3	1.7	2.6	2.4	13.2	9.4
24	0.0	8.2	19.3	7.8	0.0	6.5	2.3	3.5	0.6	7.3	3.5	11.9
25	4.1	8.2	15.0	10.4	8.2	6.2	1.0	4.6	0.3	6.5	0.0	3.9
26	16.2	6.6	9.1	8.4	1.3	9.3	0.6	3.5	1.9	0.0	3.0	11.8
27	2.2	4.8	19.7	0.0	7.6	0.0	0.6	2.8	3.1	8.9	4.5	0.8
28	1.6	3.5	13.2	34.2	11.4	0.0	6.6	19.6	0.0	0.0	16.2	3.4
29	4.6	2.3	15.9	12.1	0.0	10.7	4.7	0.3	0.0	2.0	46.0	1.7
30	0.9	0.0	0.0	0.0	4.8	15.3	0.0	0.8	0.0	0.0	17.0	4.2
31	24.8	0.0	9.4	0.0	4.2	0.0	9.4	0.7	0.0	3.6	0.0	5.8

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5.5.2.4 Área de captación

Con respecto a la vivienda prototipo que se está aplicando para el proyecto, se presenta la siguiente área techada, asimismo los diferentes tipos de cobertura encontradas según la Encuesta N° 01 (Anexo N° 01) realizada en el Barrio la Florida.

Tabla 23

Áreas y tipo de cobertura de viviendas del barrio la Florida

Descripción	Tipo de Cobertura	Área Total (m2)	Área Utilizable (m2)
Vivienda Prototipo	Dos Aguas	90.00	90.00
Vivienda Prototipo	Una Agua	90.00	90.00
Vivienda Prototipo	Aligerado	90.00	90.00

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5.5.3. Cálculo de oferta de agua de lluvia

Área de Captación

Estando definidos el consumo y la precipitación promedio neta, el área requerida para captar el indicado consumo, teóricamente sería:

Área = Volumen requerido/Precipitación neta

$$\text{Área} = 146.00 \text{ m}^3 / 1.982 \text{ m.} = 73.66 \text{ m}^2$$

Considerando el área de vivienda prototipo se tiene 90.00 m²

Determinación del Agua de Lluvia Disponible

La determinación del agua de lluvia disponible, se realiza considerando la Precipitación Promedio Neta Mensual y el Área de captación, cuyo resumen se presenta a continuación.

Tabla 24*Valores de Agua Pluvial Disponible*

Período mensual	Prec. Prom. Neta PNj(mm)	Área de Captación (m2) m2	Agua Disponible m3/día
Enero	179	90.00	16.10
Febrero	188	90.00	16.93
Marzo	318	90.00	28.65
Abril	238	90.00	21.38
Mayo	141	90.00	12.69
Junio	112	90.00	10.04
Julio	96	90.00	8.60
Agosto	71	90.00	6.36
Setiembre	105	90.00	9.41
Octubre	142	90.00	12.74
Noviembre	218	90.00	19.61
Diciembre	176	90.00	15.84
TOTAL	1982		178.35

Fuente: Elaboración Propia (Valores de Agua Pluvial Disponible)**3.2.5.5.4. Balance**

De acuerdo a los cálculos efectuados, la Demanda anual de agua para sanitarios (inodoros, lavaderos de ropa) es de 146.00 m³, según Tabla N°01; y la Oferta de agua de lluvia es 178.35 m³, lo cual indica que por volúmenes totales es factible cubrir la demanda de agua para uso doméstico en todo el año, con el área de captación escogida.

3.2.5.6 Ingeniería del proyecto

3.2.5.6.1. Planteamiento General

Debiendo plantearse una aplicación de la tesis formulada, se ha optado por que la misma sea para una vivienda prototipo del Barrio la Florida, donde se plantea utilizar agua de lluvia, en la limpieza de los inodoros, lavaderos de ropa; a fin de optimizar el uso del agua potable.

Se plantea un SCALL, para utilizar el agua de lluvia en las actividades domésticas, de ser posible en la totalidad del tiempo; para lo cual se dispone como área de captación, la cobertura útil de cada vivienda (vivienda prototipo), cuyas aguas captadas serán recolectadas y conducidas a un reservorio (tanque elevado) donde serán almacenadas para luego sean distribuidas a los servicios domésticos existentes. Se ha optado por utilizar un tanque elevado, considerando la posibilidad de que en algún momento se tuviera que utilizar agua de la red pública.

Los componentes del sistema proyectado son los descritos en el marco teórico, cuyo planteamiento general se muestra en las Fig. 12 se presenta 3 tipos de sistemas de área de captación según el tipo de cobertura de la vivienda y Fig. 13 Se presenta el sistema de distribución.

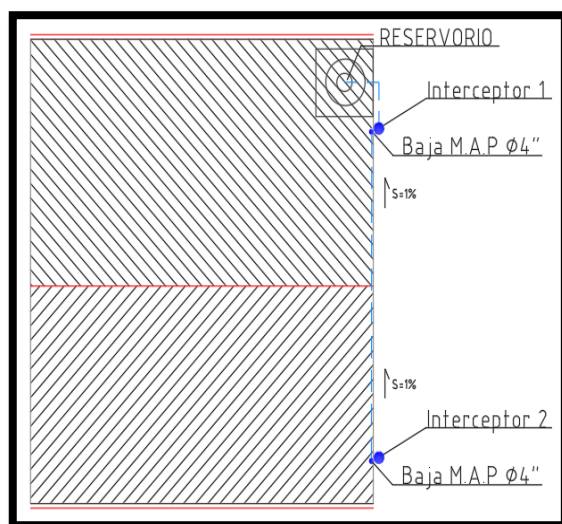


Figura 14: Planta general área de captación

3.2.5.6.2. Captación

Siendo que el área de captación, incide directamente en el volumen de agua pluvial captada, y éste guarda una relación directa con el volumen de almacenamiento necesario, haremos los cálculos en forma secuencial.

La captación se realizará sobre el techo del prototipo de vivienda, siendo el caso de la misma área solo con diferentes casos de cobertura los cuales fueron mostrados en las Fig. 12 (calamina galvanizada y mortero (cemento: arena) en buenas condiciones.

3.2.5.6.2.1. Área captación

De acuerdo a lo señalado en el punto 3.2.5.5.3., teóricamente el área necesaria para atender la demanda anual de agua se puede obtener con el área de cobertura de la vivienda prototipo, que totaliza 90.00 m²; los volúmenes mensuales de agua pluvial disponible y requerida se muestran en el Cuadro N° 20.

Podemos apreciar que si bien el volumen anual captado es suficiente para el volumen anual requerido, por lo irregular de la precipitación, en el tiempo, en cuatro meses del año, la precipitación es insuficiente para cubrir el 100% del requerimiento, esto analizándolo en forma global, a nivel mensual; bajo esta perspectiva veremos el volumen de almacenamiento que se requiere para cubrir el déficit, de agua, básicamente para el periodo Junio – Setiembre.

Tabla 25*Volumen Mensual de Agua Pluvial Disponible y Requerida**Área Captación 90.00 m²*

Período mensual	Prec. Prom. Neta PNj(mm)	Área de Captación (m ²) m ²	Agua Disponible m ³ /día	Agua Requerida m ³ /día	Agua Pluvial Excedente
Enero	179	90.00	16.10	12.4	3.70
Febrero	188	90.00	16.93	11.2	5.73
Marzo	318	90.00	28.65	12.4	16.25
Abril	238	90.00	21.38	12.0	9.38
Mayo	141	90.00	12.69	12.4	0.29
Junio	112	90.00	10.04	12.0	-1.96
Julio	96	90.00	8.60	12.4	-3.80
Agosto	71	90.00	6.36	12.4	-6.04
Setiembre	105	90.00	9.41	12.0	-2.59
Octubre	142	90.00	12.74	12.4	0.34
Noviembre	218	90.00	19.61	12.0	7.61
Diciembre	176	90.00	15.84	12.4	3.44
TOTAL	1982		178.35	146.00	

Fuente: Elaboración Propia: Volumen Mensual de Agua Pluvial Disponible y Requerida.**3.2.5.6.3. Almacenamiento**

Para establecer el volumen de almacenamiento, necesario determinar los volúmenes de agua pluvial captada, y de consumo; para cada período, así como sus respectivos acumulados; y finalmente se establecen, las diferencias entre el agua pluvial captada acumulada y el consumo acumulado, en cada periodo; con estos valores determinamos el volumen de almacenamiento, el mismo que viene dado por la diferencia entre el mayor valor, menos el menor valor encontrado, en la etapa de vaciado de tanque.

3.2.5.6.3.1 Volumen de almacenamiento

Se determinará el volumen de almacenamiento, considerando el área de la vivienda prototipo.

Almacenamiento, con un área de Captación de 90.00 m²

Aplicando el procedimiento descrito en el párrafo anterior, se ha elaborado el Cuadro N° 22, para encontrar el volumen de almacenamiento considerando un área de captación de 90.00 m² (Vivienda Prototipo).

Tabla 26

Volúmenes acumulados, oferta y consumo

Área Captación 90.00 m ²							
Mes	Prec. Prom. Neta (mm)	Àrea de Captaciòn (m2)	Oferta Disponible (m3)	Consumo (m3)	Oferta Acumulada (m3)	Consumo Acumulado (m3)	Diferencia (m3)
Marzo	318	90.00	28.62	12.4	28.62	12.40	16.22
Abril	238	90.00	21.42	12.0	50.04	24.40	25.64
Mayo	141	90.00	12.69	12.4	62.73	36.80	25.93
Junio	112	90.00	10.04	12.0	72.77	48.80	23.97
Julio	96	90.00	8.60	12.4	81.37	61.20	20.17
Agosto	71	90.00	6.36	12.4	87.73	73.60	14.13
Setiembre	105	90.00	9.41	12.0	97.14	85.60	11.54
Octubre	142	90.00	12.74	12.4	109.88	98.00	11.88
Noviembre	218	90.00	19.61	12.0	129.50	110.00	19.50
Diciembre	176	90.00	15.84	12.4	145.33	122.40	22.93
Enero	179	90.00	16.10	12.4	161.43	134.80	26.63
Febrero	188	90.00	16.93	11.2	178.36	146.00	32.36

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro precedente, esta alternativa estaría cubriendo los requerimientos de agua para ocho meses del año, siendo únicamente los meses de Junio, Julio, Agosto y Setiembre donde el consumo supera la oferta, y para atender este déficit de agua se requeriría almacenar un volumen de:

$$23.97 \text{ m}^3 - 11.54 \text{ m}^3 = 12.43 \text{ m}^3$$

Es decir, un reservorio con 12 m^3 de capacidad, valor que también consideramos no práctico y costoso; sin embargo, con fines exclusivamente didácticos, efectuaremos una simulación diaria del sistema, con esta capacidad de almacenamiento.

3.2.5.6.3.2. Simulación Diaria del Sistema

El cálculo del volumen de almacenamiento considerando períodos mensuales nos arroja resultados falsos, pues el suministro del agua pluvial es irregular durante dicho período, sin embargo el análisis en períodos mensuales, asume que la llegada del agua pluvial se produce en forma constante y no en forma fluctuante como es en la realidad, es por eso para el cálculo del volumen de almacenamiento más conveniente de acuerdo al volumen de agua pluvial utilizada se analizará en periodos cortos, en nuestro caso utilizaremos períodos diarios.

La hoja de cálculo que se ha formulado contiene las siguientes variables, y se presenta en el Anexo N° 03.

Vallu : Volumen agua de lluvia utilizada, (m^3)

Vapu : Volumen agua potable utilizada, (m^3)

Cr : Capacidad de Reservorio (m^3)

Va : Volumen almacenado (m^3)

Dd : Dotación diaria por habitante (lt/hab./día)

Pb : Población beneficiada (hab.)

Sa : Saldo Almacenado (m^3)

Vc : Volumen Captado (m^3)

Cd : Consumo diario de agua (m^3)

Ac : Área de captación (m^2)

Pt : Precipitación diaria (mm).

Con el respectivo modelo se calcula el volumen de agua de lluvia utilizada diario, en función de la simulación diaria, para la cual es necesario conocer los valores de precipitación diaria (Pt), Área de captación (Ac), población beneficiada (Pb) y dotación diaria por habitante (Dd); el procedimiento es el siguiente:

Primer paso:

Se calcula el volumen de agua de lluvia captado (V_c), en el área de captación (A_c) según la precipitación diaria presentada (P_t).

$$V_c = P_t \cdot A_c \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 01}$$

Segundo paso:

Se asume valores para el reservorio de almacenamiento según los volúmenes comerciales existentes, si estos fueron prefabricados.

Tercer paso:

Se establece el volumen almacenado (V_a), luego se compara el saldo almacenado (S_a), del día anterior, más el volumen captado en el día; si dicho resultado es mayor que la capacidad del reservorio (C_r); se toma como volumen almacenado (V_a), la capacidad del reservorio (V_r); de lo contrario se toma como volumen almacenado (V_a), la suma del saldo almacenado (S_a) del día anterior más el volumen captado (V_c) en el día.

$$V_a : \quad \text{Si } ((S_a + V_c) > C_r, C_r, (S_a + V_c)) \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 02}$$

Cuarto paso:

Se determina el saldo almacenado (S_a), luego de atenderse el consumo diario, (C_d) en la cual se compara la diferencia del volumen almacenado (V_a), menos el consumo diario (C_d), si es menor que cero, se consigna como saldo almacenado (S_a), cero, de lo contrario se toma como saldo almacenado (S_a), la diferencia del volumen almacenado (V_a), menos el consumo diario (C_d).

$$S_a : \quad \text{SI } ((V_a - C_d) < 0, 0, (V_a - C_d)) \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 03}$$

Quinto paso:

Se calcula el volumen de agua de lluvia utilizada (V_{allu}) en el consumo diario, para lo cual si el saldo almacenado (S_a), es mayor que cero, se toma como volumen de agua de lluvia utilizada (V_{allu}), el valor del consumo diario (C_d), de lo contrario se consigna como volumen de agua de lluvia utilizada (V_{allu}), el valor del volumen almacenado (V_a).

$$V_{allu} : \quad \text{SI } (S_a > 0, C_d, V_a) \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 04}$$

Sexto paso:

Se determina el volumen de agua potable (Vapu) utilizada en el consumo diario, lo que viene dado por la diferencia entre el consumo diario (Cd) y el volumen de agua de lluvia utilizada (Vallu).

$$\text{Vapu} = (\text{Cd} - \text{Vallu}) \dots \dots \dots \text{Ecuación N° 05}$$

De esta forma podemos conocer el volumen de agua de lluvia que se lograría utilizar, según el volumen de almacenamiento asumido, y nos permite visualizar el comportamiento del SCALL (Sistema de Captación de Agua de Lluvia), en forma diaria, teniendo mayor confiabilidad sobre su eficiencia.

Luego podrá establecerse la viabilidad económica de las distintas posibilidades y en función a ello determinar la mejor alternativa técnico – económica.

Simulación diaria del sistema, con diferentes tanques

Realizando la simulación diaria del funcionamiento del sistema, encontramos los valores que se muestran a continuación.

Tabla 27

Simulación diaria del sistema, con diferentes tanques

Volumen de Tanque (m3)	Agua de lluvia utilizada		Agua de red pública utilizada		Agua total utilizada	
	m3	%	m3	%	m3	%
0.60	127.0	87.00	19.0	13.00	146	100.00
0.75	131.7	90.21	14.3	9.79	146	100.00
1.10	136.3	93.33	9.7	6.67	146	100.00

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro podemos inferir que un tanque con capacidad de almacenamiento de 0.6 m³ permitiría atender con agua de lluvia el 87.00 % del requerimiento.

En el cuadro siguiente se presenta el potencial de ahorro de agua potable en una vivienda tipo.

Tabla 28*Potencial de Ahorro de Agua Potable*

Mes	Agua de Lluvia		Agua Red Pública		Total Agua Utilizada
	m3	%	m3	%	
Enero	11.99	96.68	0.4	3.32	12.4
Febrero	10.95	97.76	0.3	2.24	11.2
Marzo	12.40	100.00	0.0	0.00	12.4
Abril	12.00	100.00	0.0	0.00	12.0
Mayo	11.50	92.77	0.9	7.23	12.4
Junio	10.12	84.32	1.9	15.68	12.0
Julio	7.84	63.22	4.6	36.78	12.4
Agosto	7.00	56.47	5.4	43.53	12.4
Septiembre	8.92	74.30	3.1	25.70	12.0
Octubre	11.09	89.47	1.3	10.53	12.4
Noviembre	11.48	95.69	0.5	4.31	12.0
Diciembre	11.73	94.57	0.7	5.43	12.4

Fuente: Elaboración propia**3.5.2.6.4. Sistema de recolección y conducción****3.5.2.6.4.1. Red de recolección y conducción**

Las viviendas del Barrio la Florida no cuentan con canaletas, así que todas las aguas pluviales que recolectan los techos caen hacia la superficie del suelo, escurriéndose y evaporándose. Por lo cual para nuestro diseño de vivienda prototipo se debe instalar sistemas de canaletas recolectoras, asimismo se instalará montantes para conducir el recurso hídrico hacia los interceptores de las primeras aguas; igualmente será necesario instalar tuberías de conducción para llevar las aguas hacia el tanque de almacenamiento.

Para establecer los metrados de recolección y conducción se ha determinado el lugar y altura a la que debe ir el sistema de almacenamiento (tanque elevado).

Tabla 29*Metrados red de recolección y conducción*

Canaletas plancha galvanizada 4"	Unid.	Viv. De techo de 02 aguas	Viv. De Techo de 01 aguas	Viv. De techo de losa aligerada
Canaletas plancha galvanizada 4"	ml	18.00	9.00	
Tubería PVC 4" adosada a pared	ml	12.77	10.88	7.74
Tubería PVC 4" aéreo	ml	1.20	1.20	1.20
Montantes PVC 4" adosados a pared	ml	4.22	2.19	4.81
Estructura de apoyo	und.	1	1	1

Fuente: Elaboración propia**3.5.2.6.4.2. Interceptor de Primeras Aguas**

El típico interceptor de primeras aguas, consta de un tanque, al cual ingresará el agua por medio de un tubo bajante, en el cual, antes de acoplarse al tanque, se acopla una esfera flotante que permitirá el paso de las aguas, hasta que estas almacenen el volumen establecido para lavar el área de captación correspondiente, cuando esto ocurra, la esfera flotante impedirá el paso del agua hacia el interceptor y las aguas venideras se desviarán hacia el sistema de almacenamiento. Asimismo, el tanque contará con una válvula de purga en la parte inferior del mismo para hacer el mantenimiento después de cada lluvia.

Teóricamente según lo mencionado en el marco teórico, el interceptor de las primeras aguas se calcula de acuerdo al volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en un litro por m² de superficie de captación.

Tabla 30*Volumen tanque de primeras aguas*

Descripción	Área de Captación (m ²)
	90.00 m ²
Tanque 50 litros	2

Fuente: Elaboración propia

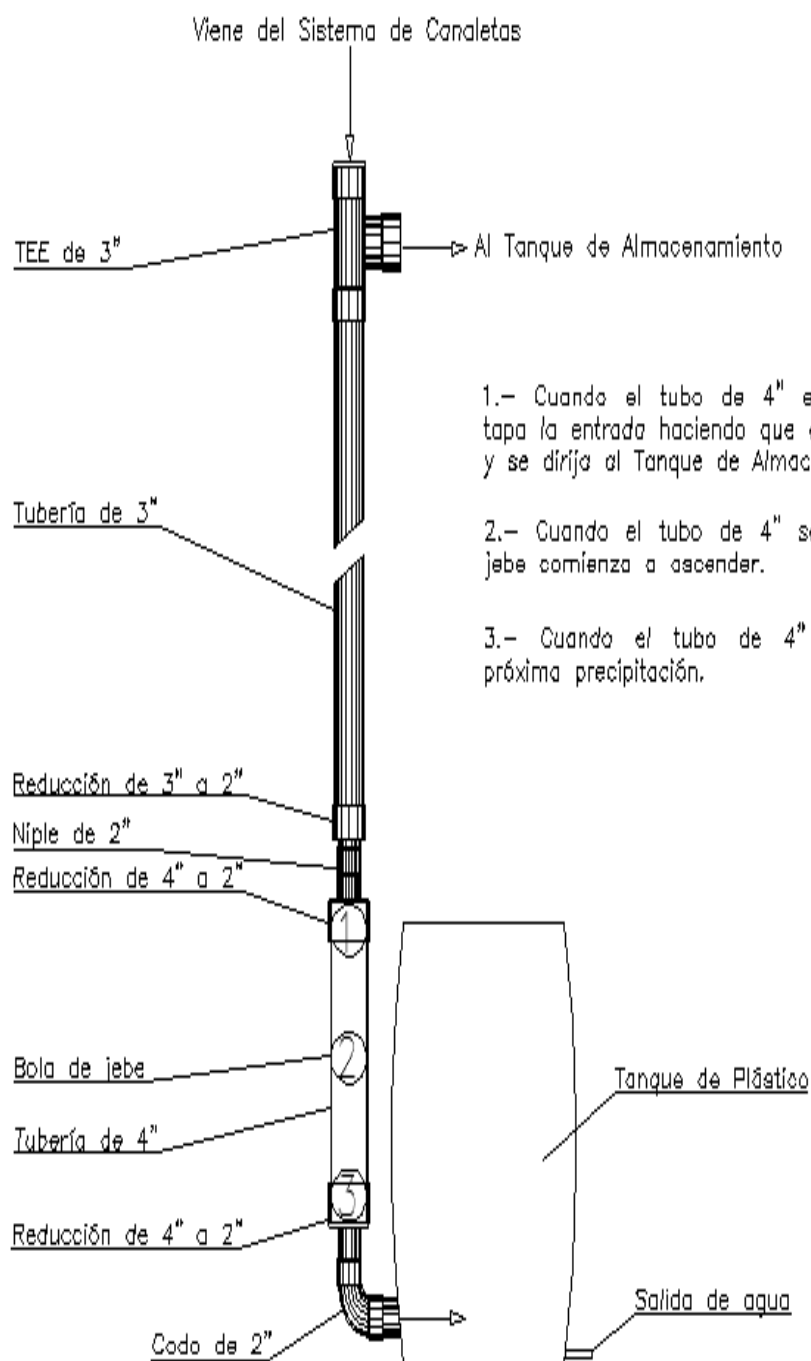


Figura 18: Interceptor de primeras aguas

3.5.2.6.5. Sistema de distribución

Este sistema está conformado por un tanque elevado y la red de distribución de agua de lluvia que sale del tanque elevado y lo conduce a los diferentes puntos de consumo.

3.5.2.6.5.1. Tanque Elevado

Estará ubicado en la parte trasera de la vivienda sobre una estructura de soporte de una altura de 1.75 m. y almacenará agua exclusivamente para la limpieza de sanitarios y lavaderos de ropa.

Es un tanque de almacenamiento, con alimentación dual, ya que utilizará dos fuentes de suministro: agua de lluvia proveniente de las canaletas que van a los interceptores como primeras aguas y luego por sistema de rebose van hacia el tanque, y cuando no se disponga de agua pluvial en el tanque este será abastecido con agua proveniente de la red pública existente, en forma automática, para la cual se instalara en el tubo de abastecimiento una válvula check para controlar el paso de agua potable en el caso de estar vacío el tanque.

3.5.2.6.5.2. Red de distribución

En cuanto a la distribución la red solo llegará a los puntos donde se utilizará el agua de lluvia, es decir, inodoros, lavadero de ropa.

Se diseña por el método Hunter, explicado en el RNE-Norma IS-010, que considera el criterio de Consumo Simultáneo Máximo Probable, que se basa en el de ser poco probable el funcionamiento simultáneo de todos los aparatos sanitarios de un mismo ramal y en la posibilidad de que con el aumento de números de aparatos el funcionamiento simultáneo disminuye.

Máxima Demanda Simultánea

Es la posibilidad de uso de todos los aparatos sanitarios en un mismo instante.

El valor de la máxima demanda simultánea se determina en función de todos los inodoros, lavatorios, lavaderos, instalados en la vivienda prototipo, ver Cuadro N°27.

Tabla 31*Caudales en aparatos sanitarios*

Descripción	Unidades	Cantidad	Unidades hunter	Total unidades hunter (lts)	Q(lts)
Inodoro	UND	1	3	3	
Lavadero de Ropa	UND	1	3	3	0.25
				6	
Total de unidades hunter				6	
Caudal de máxima demanda simultanea (Lts)					0.25
Caudal de máxima demanda simultanea (Lts)				0.25 LPS	

Fuente: Elaboración propia

Cálculo Hidráulico de Redes

El cálculo hidráulico, para determinar los diámetros de las tuberías, se ha desarrollado considerando el trazo de la red en planta y el esquema isométrico que se presenta en el Anexo N° 04.

3.2.5.6.6. Costos y presupuesto

A efectos de poder realizar una comparación técnico – económica, entre todas las alternativas que se evaluarán, elaboramos los presupuestos de las posibilidades existentes, para establecer los rendimientos económicos de cada una de ellas, teniendo en cuenta precios sociales con respecto a la mano de obra. En tal sentido presupuestaremos los distintos componentes del sistema, ver Anexo N° 5.

3.2.5.6.6.1. Área de captación

Para este caso no se requieren trabajos, por lo cual no existen desembolsos.

3.2.5.6.6.2. Sistema de conducción y primeras aguas

Sistema de Conducción: para este caso se incluyen todas las tuberías y accesorios, necesarios para conducir las aguas pluviales, desde su recolección, hasta su ingreso.

Sistema de Primeras Aguas: para este caso está compuesto de depósitos, tuberías y accesorios necesarios para el funcionamiento de este sistema. Los costos y presupuestos se indican en la siguiente tabla:

Tabla 32

Presupuesto de sistema de recolección y conducción

AREA DE CAPTACIÓN: 90.00 M2								
Concepto	Und	P.U.	TECHO DE 02 AGUAS		TECHO DE 01 AGUA		TECHO LOSA ALIGERADA	
			Metrado	Importe	Metrado	Importe	Metrado	Importe
Canaletas plancha de F°G° e= 1/27"	ml	21.35	18.00	384.30	9.00	192.15	0	0.00
Tubería PVC 4" adosada a la pared	ml	11.34	12.77	144.81	10.88	138.94	7.74	87.77
Tubería PVC 4" aéreo	ml	9.96	1.20	11.95	1.2	1.44	1.2	11.95
Montantes PVC 4" adosados en la pared	ml	11.34	4.22	47.85	2.19	9.24	4.81	54.55
SUB TOTAL 01:				588.92		341.77		154.27
INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS								
Concepto	Und	P.U.	TECHO DE 02 AGUAS		TECHO DE 01 AGUA		TECHO LOSA ALIGERADA	
			Metrado	Importe	Metrado	Importe	Metrado	Importe
Tanque de 50 litros	und	55.00	2	110.00	1	55.00	2	110.00
SUB TOTAL 02:				110.00		55.00		110.00
TOTAL (1+2)				698.92		396.77		264.27

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5.6.6.3. Sistema de distribución y almacenamiento

Para este caso se considera el almacenamiento, suministro, transporte y colocación de todos los elementos para el sistema de tanque elevado y el sistema de distribución.

Los costos y presupuestos se presentan en el Tabla 30.

Tabla 33

Presupuesto de sistema de distribución

Concepto	Und.	Metrado	P. Unit. s/.	Importe s/.
A) Tanque elevado				
Tanque Polietileno, 0.60 m3	Und.	1	451.48	451.48
Instalación de tanque	Glb	1	100.00	100.00
Estructura de Soporte p/Tanque	Und.	1	1,558.20	1,558.20
SUB TOTAL A:				2,109.68
B) Red de distribución				
Tubería PVC 3/4" adosada	ml	1.75	16.49	28.86
Tubería PVC 3/4" enterrada	ml	1.64	16.49	27.04
Tubería PVC 1/2" enterrada	ml	7.20	11.59	83.45
Salidas de agua	Pto	2.00	8.60	17.20
SUB TOTAL B:				156.55
TOTAL (A+B):				2,266.23

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.6.6.4. Presupuesto general del sistema

Elaborando un resumen de todos los componentes que conforman el SCALL, y en el cuadro N° 30 se presenta el resumen de presupuesto de cada componente, teniendo en cuenta que varían según el tipo de cobertura que tenga la vivienda.

Tabla 34

Presupuesto de acuerdo al tipo de cobertura

	T. techo	02 aguas	01 aguas	losa aligerada
Concepto	A. captación	90.00 m2	90.00 m2	90.00 m2
	V.almacenam	0.600 m3	0.600 m3	0.600 m3
Área captación		0	0	0
Sistema recolección y conducción		698.92	396.77	264.27
Sistema almacenamiento y distribución		2266.23	2266.23	2266.23
COSTO DIRECTO		2965	2663	2530
COSTO TOTAL		2965	2663	2530

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5.6.7. Valor actual neto (VAN)

El VAN de una inversión, también denominado valor presente neto, es el valor actualizado de todos los flujos de caja netos que va a generar una inversión, incluido el desembolso inicial; de tal manera de poder evaluar sobre la conveniencia de llevar a cabo un proyecto.

El proceso para el cálculo del VAN es el siguiente:

Se establecen los flujos netos de caja percibidos a lo largo de la vida de una inversión.

Trasladar, el flujo neto, al momento en el que se realiza el análisis; para ello se utiliza la tasa de descuento “i”, que representa la tasa mínima exigida al capital. De este modo se obtienen flujos netos de caja homogéneos y comparables, ya que se tienen en cuenta, tanto, la cuantía de los mismos como el momento del tiempo en que son obtenidos.

Se suman los flujos netos de caja.

Este importe obtenido se suma en forma algebraica con el costo de la inversión.

La fórmula a utilizar para el cálculo del VAN es la que a continuación se presenta:

$$VAN = -CP + \sum_{j=1}^n \frac{I - C}{(1 + i)^j} > 0$$

Donde:

CP = Capital invertido o costo inicial del proyecto

I = Ingreso o beneficio en cada período.

C = Costo de producción (operación y mantenimiento)

i = Tasa de descuento a aplicar.

n = Horizonte temporal de la inversión o vida útil estimada para la inversión.

La sumatoria varía de “j=1” hasta “j=n” períodos de la vida útil del proyecto.

En esta ecuación vemos el indicador Valor Actualizado Neto (VAN) representa la suma algebraica de la inversión y del flujo de caja (beneficios menos egresos), ambos en el mismo periodo “0”.

Este indicador contiene variables tales como: los ingresos (I) o beneficios, así como los costos económicos de producción (C), la vida útil del proyecto (n) que dependerá de las características del mismo y tasa de descuento (i) que es la que se utiliza para efectuar la comparación de rentabilidad en el tiempo, es decir, la rentabilidad por periodo.

El criterio de decisión de este indicador se basa en seleccionar aquellos proyectos con VAN positivo, debiendo ser rechazados los proyectos con VAN negativo.

Para el presente caso la valoración económica se ha realizado determinando el Valor Actual Neto de cada una de las distintas alternativas, bajo los parámetros siguientes:

Horizonte de Evaluación y Tasa de Descuento:

Tratándose de un proyecto que involucra el uso del agua potable se ha utilizado el período de 20 años, así como una tasa de descuento del 9%, en concordancia con lo dispuesto por el

SNIP, para los parámetros de evaluación; se incluye como Anexo N° 06, el documento indicado.

Beneficios:

Los beneficios económicos del proyecto están dados por la disminución en el costo facturado para el usuario, como consecuencia del menor volumen de agua de la red pública utilizada; en el presente caso tendríamos, los volúmenes establecidos en los Cuadros N°: 23 y 24.

El beneficio, para cada año, está dado por el producto del costo, de un metro cúbico de agua de la red pública, en este caso, dos y 14/100 nuevos soles, por el volumen anual de agua potable ahorrada, por utilizar agua de lluvia, ver Anexo N° 07.

CAPITULO III

RESULTADOS

En el presente capitulo se muestra los resultados obtenidos en base al caso analizado de la vivienda del Barrio la Florida, tomando como muestra una vivienda prototipo; y las conclusiones que de ellos se puede inferir.

4.1 Precipitación promedio

La precipitación promedio mensual, expresada en mm, en la ciudad de Yurimaguas, durante el período 2006 – 2015 se presenta a continuación.

Tabla 35

Precipitación promedio mensual en mm

PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDIA	224	235	398	297	176	139	119	88	131	177	272	220	2477

Fuente: Elaboración Propia

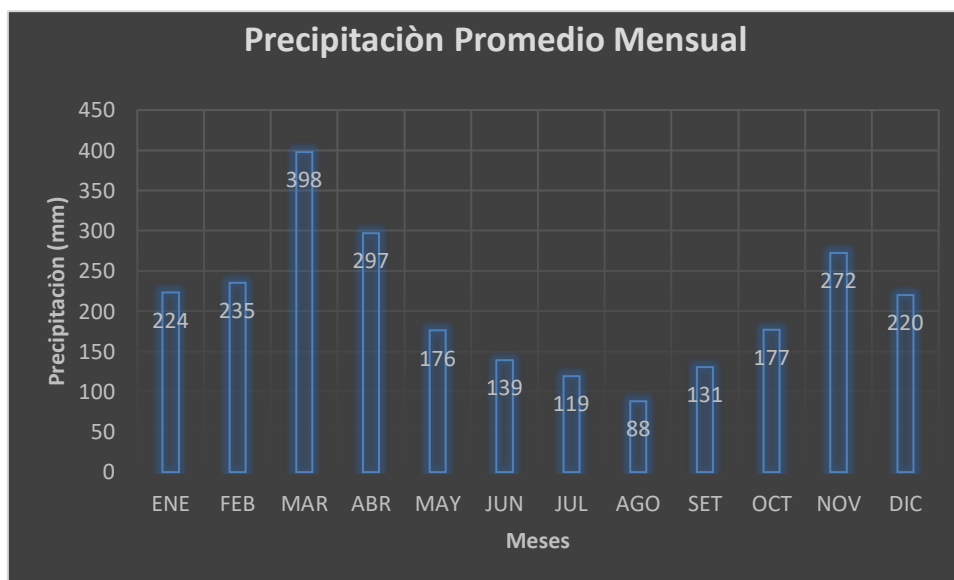


Figura 19: Precipitaciones promedio mensual

Fuente: Elaboración Propia, en base a los resultados del cuadro 32.

Los datos analizados muestran en promedio, el mes más lluvioso del año es Marzo, con valores de 398 mm al mes, y que el mes más seco es Agosto con 88 mm; asimismo se observa la irregularidad de la precipitación en el tiempo, la que determina, que aun cuando la precipitación anual, teóricamente permita disponer del volumen de agua requerido, con determinada área de captación, es necesario disponer de una estructura de almacenamiento de volumen importante, si se quiere atender los requerimientos, exclusivamente con agua de lluvia.

4.2 Volumen de almacenamiento de agua de lluvia

Para determinar el volumen de almacenamiento, inicialmente se ha realizado el cálculo en períodos mensuales, considerando un área de captación encontrándose que en el mejor caso la capacidad de la estructura de almacenamiento necesario era de 12 m³; volumen inadecuado para el presente caso; y además cuando se realiza una simulación diaria del sistema, se observa que aún con tal capacidad, no se puede atender los requerimientos de agua, exclusivamente con agua pluvial.

Esta contradicción se presenta, porque además de la irregularidad de la presente precipitación, entre los diferentes meses del año, ésta también se presenta entre los días de un mismo mes; por ello es que sí solo lo vemos a nivel mensual tenemos un resultado favorable, pero este no es corroborado cuando se analiza el comportamiento diario del sistema. Por dicha razón podemos señalar que para casos donde intervenga la precipitación pluvial, se realicen análisis en períodos cortos, pues mientras el período sea menor existiera más certeza en los resultados, el análisis diario sería lo más recomendable.

Descartada la alternativa de utilizar exclusivamente agua de lluvia, por los volúmenes de almacenamiento, que ello implica; se ha optado por un sistema mixto, utilizando también agua potable, ello nos permite utilizar un tanque con capacidad de almacenamiento para un período corto.

En nuestro caso se ha optado por analizar el comportamiento diario del sistema, para diversos volúmenes de almacenamiento, observándose que, desde este punto de vista, el uso del agua de lluvia tiene incrementos apreciables para volúmenes de tanque de hasta 1.10 m³, a partir del cual, el incremento del uso del agua de lluvia, declina sustancialmente, lo cual es un índice claro de que los mayores volúmenes que pueden utilizarse con tanques más grandes serán cada vez más costosos.

4.3 Potencial de ahorro de agua potable

Éste parámetro indica que porcentaje de la demanda será cubierto con el agua de lluvia, y en que volúmenes se utilizarán mensualmente cada fuente de agua, según la alternativa escogida, el mes de Marzo y Abril son los más favorables, pues se cubre el 100% de la demanda y en Agosto el menos favorable con el 56.47% de la demanda, estos valores han sido obtenidos de la simulación diaria que se ha realizado, habiéndose consolidado los valores en forma mensual, según se muestra en el cuadro N° 32, del cual se infiere que el agua de lluvia cubriría el 87.00% de la demanda anual.

Tabla 36

Potencial de ahorro de agua potable

Mes	Agua de Lluvia		Agua Red Pública		Total Agua Utilizada
	m3	%	m3	%	
Enero	11.99	96.68	0.4	3.32	12.4
Febrero	10.95	97.76	0.3	2.24	11.2
Marzo	12.40	100.00	0.0	0.00	12.4
Abril	12.00	100.00	0.0	0.00	12.0
Mayo	11.50	92.77	0.9	7.23	12.4
Junio	10.12	84.32	1.9	15.68	12.0
Julio	7.84	63.22	4.6	36.78	12.4
Agosto	7.00	56.47	5.4	43.53	12.4
Septiembre	8.92	74.30	3.1	25.70	12.0
Octubre	11.09	89.47	1.3	10.53	12.4
Noviembre	11.48	95.69	0.5	4.31	12.0
Diciembre	11.73	94.57	0.7	5.43	12.4
TOTAL	127.0	87.00	19.0	13.00	146.0

Fuente: Elaboración Propia

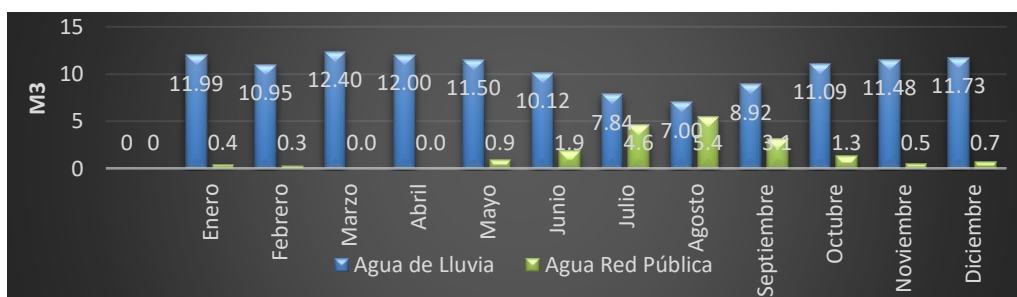


Figura 20: Precipitaciones promedio mensual

Fuente: Elaboración Propia, en base a los resultados en la tabla 33

De acuerdo con los resultados en la tabla 33, utilizando un tanque de polietileno de 0.60 m³ se utilizarían 127.00 m³ de agua de lluvia y 19.00m³ de agua provenientes de la red pública, lo que indica en primera instancia que el proyecto es viable para lograr el ahorro de agua potable en viviendas, siendo este equivalente del 87.00% del requerimiento.

4.4 Análisis del ahorro de agua potable en el barrio la florida

De acuerdo al análisis realizado a una vivienda prototipo con dimensiones tomadas y analizadas de la Encuesta N° 01, se procede a calcular el ahorro de agua potable en el Barrio la Florida que consta d 263 viviendas.

Tabla 37

Potencial de ahorro de agua potable en el barrio la Florida

Mes	N° Viviendas	Agua de Lluvia			Agua Red Pública			Total Agua Utilizada
		m3	N° viv. X m3	%	m3	N° viv. X m3	%	
Enero	263	11.99	3153.03	96.68	0.4	108.2	3.32	12.4
Febrero	263	10.95	2879.72	97.76	0.3	65.9	2.24	11.2
Marzo	263	12.40	3261.20	100.00	0.0	0.0	0.00	12.4
Abril	263	12.00	3156.00	100.00	0.0	0.0	0.00	12.0
Mayo	263	11.50	3025.29	92.77	0.9	235.9	7.23	12.4
Junio	263	10.12	2661.25	84.32	1.9	494.8	15.68	12.0
Julio	263	7.84	2061.68	63.22	4.6	1199.5	36.78	12.4
Agosto	263	7.00	1841.74	56.47	5.4	1419.5	43.53	12.4
Septiembre	263	8.92	2344.83	74.30	3.1	811.2	25.70	12.0
Octubre	263	11.09	2917.67	89.47	1.3	343.5	10.53	12.4
Noviembre	263	11.48	3020.03	95.69	0.5	136.0	4.31	12.0
Diciembre	263	11.73	3084.04	94.57	0.7	177.2	5.43	12.4
TOTAL	263	127.0	33406.5	87.00	19.0	4991.5	13.00	146.0

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados en la tabla 34, utilizando un tanque de polietileno de 0.60 m³ por vivienda, se obtendrá que en todo el Barrio la Florida se utilizarían 33496.50 m³ de agua de pluvial y 4991.50 m³ de agua provenientes de la red pública, lo que significa que el proyecto es viable para lograr el ahorro de agua potable en las viviendas del Barrio la Florida, con un promedio del 87.00% del requerimiento.

4.5 Presupuesto

El Presupuesto de la alternativa escogida corresponde a una vivienda de cobertura aguas, ha sido evaluado en cuanto a unidades de obra y costos de cada una de ellas de acuerdo al presupuesto asciende a la suma de dos mil novecientos sesenta y cinco con 00/100 nuevos soles. (S/.2965.00).

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis e interpretación de los resultados

El estudio pluviométrico se desarrolló con datos obtenidos de SENAMHI para poder calcular la oferta hídrica.

La oferta hídrica calculada en promedio de 10 años desde el 2006 al 2015 se tuvo 2477.10 mm la cual es un valor bastante favorable para el desarrollo del proyecto del SCAP (Sistemas de Captación de Aguas Pluviales), asimismo la demanda que se tiene en el barrio la Florida es de 263 viviendas quienes son abastecidos con el servicio de agua potable durante 2 horas al día lo que no justifica poder desarrollar con normalidad sus actividades domésticas, es por tal motivo que se optó por diseñar un SCAP con la finalidad de poder ser utilizados en servicios donde no se requiere la utilización de la calidad de agua, permitiendo asimismo lograr un ahorro considerable de agua potable.

Para realizar el proyecto realizamos una encuesta en el Barrio donde se obtuvo medidas del área techada y tipo de cobertura, servicios que cuenta la vivienda, así y número de personas que conforman la vivienda, mediante estos datos obtenidos promediados diseñamos para el respectivo proyecto una vivienda prototipo de 90.00 m² conformada por 5 personas y con los servicios básicos.

Del desarrollo del proyecto se obtuvo mediante una simulación diaria que utilizando un tanque de polietileno de 0.60 m³ por vivienda, se obtendrá que en todo el Barrio la Florida se utilizarían 33496.50 m³ de agua de pluvial y 4991.50 m³ de agua provenientes de la red pública, lo que significa que el proyecto es viable para lograr el ahorro de agua potable en las viviendas del Barrio la Florida, con un promedio del 87.00% del requerimiento.

5.2 Discusión de los resultados

Para el cálculo del volumen de almacenamiento, inicialmente se ha realizado el cálculo en períodos mensuales, considerando un área de captación encontrándose que en el mejor caso la capacidad de la estructura de almacenamiento necesario era de 12 m³; volumen inadecuado para el presente caso; y además cuando se realiza una simulación diaria del

sistema, se observa que aún con tal capacidad, no se puede atender los requerimientos de agua, exclusivamente con agua pluvial.

Esta contradicción se presenta, porque además de la irregularidad de la presente precipitación, entre los diferentes meses del año, ésta también se presenta entre los días de un mismo mes; por ello es que sí solo lo vemos a nivel mensual tenemos un resultado favorable, pero este no es corroborado cuando se analiza el comportamiento diario del sistema. Por dicha razón podemos señalar que para casos donde intervenga la precipitación pluvial, se realicen análisis en períodos cortos, pues mientras el período sea menor existiera más certeza en los resultados, el análisis diario sería lo más recomendable.

Descartada la alternativa de utilizar exclusivamente agua de lluvia, por los volúmenes de almacenamiento, que ello implica; se ha optado por un sistema mixto, utilizando también agua potable, ello nos permite utilizar un tanque con capacidad de almacenamiento para un período corto.

En nuestro caso se ha optado por analizar el comportamiento diario del sistema, para diversos volúmenes de almacenamiento, observándose que, desde este punto de vista, el uso del agua de lluvia tiene incrementos apreciables para volúmenes de tanque de hasta 1.10 m³, a partir del cual, el incremento del uso del agua de lluvia, declina sustancialmente, lo cual es un índice claro de que los mayores volúmenes que pueden utilizarse con tanques más grandes serán cada vez más costosos.

De acuerdo al análisis realizado a una vivienda prototipo con dimensiones tomadas y analizadas de la Encuesta N° 01, se procede a calcular el ahorro de agua potable en el Barrio la Florida que consta d 263 viviendas.

De acuerdo con los resultados del Cuadro N° 33, utilizando un tanque de polietileno de 0.60 m³ por vivienda, se obtendrá que en todo el Barrio la Florida se utilizarían 33496.50 m³ de agua de pluvial y 4991.50 m³ de agua provenientes de la red pública, lo que significa que el proyecto es viable para lograr el ahorro de agua potable en las viviendas del Barrio la Florida, con un promedio del 87.00% del requerimiento.

5.3 Potencial de ahorra de agua potable

Éste parámetro indica que porcentaje de la demanda será cubierto con el agua de lluvia, y en que volúmenes se utilizarán mensualmente cada fuente de agua, según la alternativa escogida, el mes de Marzo y Abril son los más favorables, pues se cubre el 100% de la

demanda y en Agosto el menos favorable con el 56.47% de la demanda, estos valores han sido obtenidos de la simulación diaria que se ha realizado, habiéndose consolidado los valores en forma mensual, según se muestra en el cuadro N° 32, del cual se infiere que el agua de lluvia cubriría el 87.00% de la demanda anual.

5.4 Contratación de hipótesis

Con la elaboración del diseño de sistema de captación de aguas pluviales, para uso doméstico en viviendas del Barrio la Florida- Yurimaguas, podemos generar un gran ahorro de agua potable en dichas viviendas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El crecimiento poblacional en progresión geométrica genera que se incremente el consumo de agua por persona, la oferta de agua potable es cada año más escaso en muchos lugares, a consecuencia de que se están deteriorando los ecosistemas.

El agua se ha gestionado, básicamente, desde el lado de la oferta no dándole atención a la demanda; así tenemos que, en las actividades diarias del hombre, existen varias de ellas, en las cuales se utiliza agua potable, cuando por su naturaleza, estas pueden realizar con agua que no tenga esta calidad, estimándose que una dotación diaria de 151 litros, aproximadamente tan solo 61 litros requieren que tenga la calidad de potable.

En regiones con importante precipitación pluvial, la cosecha de agua de lluvia, es una alternativa, que puede ser utilizada en actividades, como limpieza de inodoros, lavado de ropa y limpieza de pisos.

Como una aplicación del presente trabajo, se han analizado una vivienda prototipo que dotara de un Sistema de Cosecha de Agua de Lluvia, con la finalidad de ser uso en los servicios domésticos y generando paralelamente un ahorro de agua potable en la misma; se procedió de esta manera mediante la Encuesta N° 01 establecer el número de personas por vivienda, y área techada o de captación, llegándose a obtener un sistema con una área de captación de 90 m², con un tanque elevado para un almacenamiento de agua pluvial, de 0.60 m³ de capacidad, permitiría un ahorro anual, inicial, de 127.00 m³ de agua potable, lo que representaría una menor facturación, por consumo de agua potable de S/.272.00 al año.

El proyecto del Sistema de Cosecha de Agua de Lluvia, para viviendas del Barrio la Florida tiene un horizonte de evaluación de 20 años y con una tasa de descuento del 9% anual, nos da un VAN de 73 valor favorable para su ejecución, aun cuando el planteamiento del presente trabajo no tiene como objetivo principal la rentabilidad económica, sino el uso racional de un recurso esencial para la vida y la preservación del ecosistema que viene siendo afectado.

Asimismo, el proyecto de Captación de Aguas Pluviales en viviendas del Barrio la Florida que consta de 263 viviendas, permitiría un ahorro anual, inicial de 33406.50 m³ de agua potable.

Siendo la utilización de agua no potable, en actividades domésticas requiere que las redes de distribución de agua en las viviendas, estén adecuadamente preparadas para tal fin, es

preferible que ello se realice durante el proceso constructivo de las edificaciones, pues de esa forma es más fácil y económico.

6.2 Recomendaciones

En la gestión de los recursos hídricos, debe considerarse los aspectos relacionados con la oferta y la demanda del recurso.

Promover el manejo sostenible de las fuentes de los recursos hídricos, evitando contaminar, sobreexplotar, etc.

Informar a la población sobre la importancia del manejo de los recursos hídricos y promover el uso de aguas pluviales en actividades que no requieren de uso de la calidad de agua potable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS

- Allerd, S. (2007) *block Informativo de la Ecológica Management Foundation (Fundación de Gestión Ecológica) 2007*, cosimo books, edición 1, United States.
- Avella, F. (2001) “*Difícil Balance Poblacional Recursos: El caso del agua en San Andrés-Isla Colombia*”; Universidad Nacional de Colombia; Colombia.
- Azevedo, N y Acosta, G. (2011) “*Manual de Hidráulica*”, 6ta edición, México.
- Ballén S., G. y otros (2006)” *Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia*” VI SEREA Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano; España.
- Capra, G. (1998) “*Ingeniería Sanitaria y Pluvial*”, UMSA, Bolivia.
- Cepis (2004) “Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; Guía de Diseño para Captación de Agua de Lluvia”; 1era edición, Lima.
- Idecalli (2006) *Centro Internacional de Demostración y Captación en el Aprovechamiento de Agua de Lluvia*, Mexico.
- Fatorelli, S. y Fernández P. (2011) “*Diseño Hidrológico*”, ediciones Fernández Dorca, 2da edición, Italia.
- FAO (2013) *Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas*, Maval Ltda, Santiago de Chile.
- Fernández, I. (2009) “*Aprovechamiento de Aguas Pluviales*”. Departamento de Construcciones Arquitectónicas II – UPC; 2da edición, Perú.

- Gleason, A. (2005) “*Manual de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Centros Urbanos*”; Universidad de Guadalajara; Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño; 2da edición, México.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), *Informe de fuentes mejoradas de abastecimiento de agua*.
- Casternoque, J. (2014) “*Manual de Operación, Mantenimiento y Control de Planta de Tratamiento EPS SEDALORETO S.A. - Yurimaguas*”.
- FAO (2000) “*Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, experiencias en América Latina*”.
- Medina, H. (2011) “*El Desabasto del Agua en el Municipio de Nezahualcóyotl, Colonia Reforma, México*”.
- Pita, L. (2000) “*Diseño de Instalaciones Sanitarias en la Construcción*”, Ediciones MIANO, Perú.
- PNUMA Organización (2009) “*Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano*”; Colpos 1, México.
- SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). “*Informe sobre dotación diaria de agua potable en zonas urbanas*”.

ANEXOS

ANEXO 1: ENCUESTA REALIZADA EN EL BARRIO LA FLORIDA

ANEXO 2: INFORMACIÒN PLUVIOMETRICA SEGÚN SENAMHI

ANEXO 3: SIMULACIÓN DIARIA DE TANQUES PARA ALMACENAMIENTO

ANEXO 4: CÀLCULO HIDRAULICO

ANEXO 5: PRESUPUESTO Y ANALISIS UNITARIO EN S10

ANEXO 6: PARAMETROS DE EVALUACIÓN (ANEXO SNIP)

ANEXO 7: CÀLCULO DE VALOR ACTUAL NETO (VAN)

**ANEXO 8: PANEL FOTOGRAFICO- REALIZACIÒN DE ENCUESTA EN EL B. LA
FLORIDA**

**ANEXO 9: PLANOS DE MANZANEIO Y ARQUITECTURA DE VIVIENDA
PROTOTIPO**